

## 明細書

### 液滴吐出装置及び液滴吐出ヘッドの吐出異常検出・判定方法

#### 5 技術分野

本発明は、液滴吐出装置及び液滴吐出ヘッドの吐出異常検出・判定方法に関する。

#### 背景技術

- 10 液滴吐出装置の一つであるインクジェットプリンタは、複数のノズルからインク滴（液滴）を吐出して所定の用紙上に画像形成を行っている。インクジェットプリンタの印刷ヘッド（インクジェットヘッド）には、多数のノズルが設けられているが、インクの粘度の増加や、気泡の混入、塵や紙粉の付着等の原因によって、いくつかのノズルが目詰まりしてインク滴を吐出できない場合がある。ノズルが目詰まりするとプリントされた画像内にドット抜けが生じ、画質を劣化させる原因となっている。

- 従来、このようなインク滴の吐出異常（以下、「ドット抜け」ともいう）を検出する方法として、インクジェットヘッドのノズルからインク滴が吐出されない状態（インク滴吐出異常状態）をインクジェットヘッドのノズル毎に光学的に検出する方法が考案されている（例えば、特開平8-309963号公報など）。この方法により、ドット抜け（吐出異常）を発生しているノズルを特定することが可能となっている。

- しかしながら、上述の光学式のドット抜け（液滴吐出異常）検出方法では、光源及び光学センサを含む検出器が液滴吐出装置（例えば、インクジェットプリンタ）に取付けられている。この検出方法では、一般に、液滴吐出ヘッド（インクジェットヘッド）のノズルから吐出する液滴が光源と光学センサの間を通過し、光源と光学センサの間の光を遮断するように、光源及び光学センサを精密な精度で（高精度

に) 設定 (設置) しなければならないという問題がある。また、このような検出器は通常高価であり、インクジェットプリンタの製造コストが増大してしまうという問題もある。さらに、ノズルからのインクミストや印刷用紙等の紙粉によって、光源の出力部や光学センサの検出部が汚れてしまい、検出器の信頼性が問題となる可能性もある。

また、上述の光学式のドット抜け検出方法では、ノズルのドット抜け、すなわち、インク滴の吐出異常 (不吐出) を検出することはできるが、その検出結果に基づいてドット抜け (吐出異常) の原因を特定 (判定) することができず、ドット抜けの原因に対応する適切な回復処理を選択し、実行することが不可能であるという問題もある。そのため、例えば、ワイピング処理で回復可能な状態であるにもかかわらず、インクジェットヘッドからインクをポンプ吸引などすることにより、排インク (無駄なインク) が増加することや、適切な回復処理が行われなために複数の回復処理を実施することによって、インクジェットプリンタ (液滴吐出装置) のスループットを低下あるいは悪化させてしまう。

ところで、通常、液滴吐出装置 (インクジェットヘッド) は、複数のノズル及びそれに対応するアクチュエータを有しているが、このような複数のノズルを有する液滴吐出装置で、装置のスループットを低下あるいは悪化させることなく、液滴 (インク滴) の吐出異常 (不吐出)、すなわち、印刷 (記録) 動作時のドット抜けを検出することは困難である。

## 発明の開示

本発明の目的は、複数のノズルを有する液滴吐出ヘッド及び液滴吐出装置において、スループットを低下あるいは悪化させることなく、液滴吐出後におけるアクチュエータの振動板の静電容量の変化により、振動板の残留振動の周期を特定し、それによって、液滴吐出ヘッドの液滴吐出異常を検出するとともに、そのドット抜けの原因を特定することができる液滴吐出装置及び液滴吐出ヘッドの吐出異常検出・判定方法を提供することにある。

上記課題を解決するために、本発明の一実施形態において、本発明の液滴吐出装置は、

- 振動板と、前記振動板を変位させるアクチュエータと、内部に液体が充填され、前記振動板の変位により、該内部の圧力が増減されるキャビティと、前記キャビティに連通し、前記キャビティ内の圧力の増減により前記液体を液滴として吐出するノズルとを有する複数の液滴吐出ヘッドと、

前記アクチュエータを駆動する駆動回路と、

前記複数の液滴吐出ヘッドのうちいずれの液滴吐出ヘッドのノズルから液滴を吐出するかを選択する吐出選択手段と、

- 10 前記振動板の残留振動を検出し、該検出された前記振動板の残留振動の振動パターンに基づいて、液滴の吐出異常を検出する吐出異常検出手段と、

前記アクチュエータの駆動による液滴の吐出動作後、前記アクチュエータとの接続を前記駆動回路から前記吐出異常検出手段に切り替える切替手段と、

を備えることを特徴とする。

- 15 本発明の一実施形態における液滴吐出装置によって、複数のノズルを有する液滴吐出ヘッドのそれぞれのノズルの吐出異常を検出・判定することができるとともに、そのような液滴吐出装置の回路構成をスケールダウンでき、その製造コストの増加を防止することができる。

- ここで、本発明の液滴吐出装置では、好ましくは、前記複数の液滴吐出ヘッドに対して、順次、1つずつ前記液滴の吐出異常の検出を行なう。これにより、確実に、すべてのノズルの吐出異常を検出・判定することができる。

また、本発明の別の実施形態では、本発明の液滴吐出装置は、

- 振動板と、前記振動板を変位させるアクチュエータと、内部に液体が充填され、前記振動板の変位により、該内部の圧力が増減されるキャビティと、前記キャビティに連通し、前記キャビティ内の圧力の増減により前記液体を液滴として吐出するノズルとを有する複数の液滴吐出ヘッドと、

前記アクチュエータを駆動する駆動回路と、

前記複数の液滴吐出ヘッドのうちいずれの液滴吐出ヘッドのノズルから液滴を吐出するかを選択する吐出選択手段と、

前記吐出選択手段によって選択された前記液滴吐出ヘッドに対応して、前記振動板の残留振動を検出し、該検出された前記振動板の残留振動の振動パターンに基づいて、液滴の吐出異常を検出する複数の吐出異常検出手段と、

前記アクチュエータの駆動による液滴の吐出動作後、前記アクチュエータとの接続を前記駆動回路から前記複数の吐出異常検出手段のうち前記アクチュエータに対応する前記吐出異常検出手段にそれぞれ切り替える複数の切替手段と、  
を備えることを特徴とする。

10 本発明の別の実施形態における液滴吐出装置によって、複数のノズルを有する液滴吐出ヘッドのそれぞれのノズルに対する吐出異常の検出・判定処理を一度に実行することができるので、短時間にすべてあるいは任意のノズルに対する吐出異常の検出・判定を行うことができる。

ここで、本発明の液滴吐出装置では、好ましくは、前記複数の液滴吐出ヘッドに対して、略同時に前記液滴の吐出異常の検出を行なう。これにより、確実に、かつ短時間に、すべてのノズルの吐出異常を検出・判定することができる。

また、本発明の液滴吐出装置では、好ましくは、前記切替手段は、所定の切替信号（例えば、駆動／検出切替信号）の入力に基づいて、切替動作を実行する。また、この場合、本発明の液滴吐出装置は、前記吐出選択手段によって選択された液滴吐出ヘッドに対応する前記切替手段を切替動作するよう制御する切替制御手段を更に備えてもよい。好ましくは、前記切替制御手段は、前記複数の切替手段に対応して、前記吐出選択手段とそれぞれの切替手段との間に配置される複数の論理積回路から構成される。これにより、切替信号の入力されない切替手段は切替動作を行わず、それによって、対応する吐出異常検出手段は検出・判定処理を実行しないので、無駄な吐出異常の検出・判定処理を回避することができる。

本発明のさらに別の実施形態では、本発明の液滴吐出装置は、  
振動板と、前記振動板を変位させるアクチュエータと、内部に液体が充填され、



前記振動板の変位により、該内部の圧力が増減されるキャビティと、前記キャビティに連通し、前記キャビティ内の圧力の増減により前記液体を液滴として吐出するノズルとを有する複数の液滴吐出ヘッドと、

前記アクチュエータを駆動する駆動回路と、

- 5 前記複数の液滴吐出ヘッドのうちいずれの液滴吐出ヘッドのノズルから液滴を吐出するかを選択する吐出選択手段と、

前記振動板の残留振動を検出し、該検出された前記振動板の残留振動の振動パターンに基づいて、液滴の吐出異常を検出する吐出異常検出手段と、

- 10 前記吐出異常検出手段が前記複数のノズルのいずれのノズルに対して液滴の吐出異常を検出するかを決定する検出決定手段と、

前記検出決定手段によって決定された前記液滴吐出ヘッドのノズルに対応する前記アクチュエータの駆動による液滴の吐出動作後、前記アクチュエータとの接続を前記駆動回路から前記吐出異常検出手段に切り替える、前記液滴吐出ヘッドにそれぞれ対応する複数の切替手段と、

- 15 を備える。

本実施形態における液滴吐出装置によって、上記他の実施形態における液滴吐出装置に対し、より効率的に吐出異常の検出・判定を行うことができる。また、複数の吐出異常検出手段を備える液滴吐出装置に対し、本実施形態の液滴吐出装置は、1つの吐出異常検出手段を備えていればよいので、その回路構成をスケールダウン  
20 することができるとともに、その製造コストの増加を防止することができる。

- ここで、本実施形態において、前記検出決定手段は、前記複数の液滴吐出ヘッドのいずれに対応する前記切替手段を切替動作するかを選択する切替選択手段と、前記切替選択手段及び前記吐出選択手段によって選択された液滴吐出ヘッドに対応する前記切替手段を切替動作するよう制御する切替制御手段とを含み、前記検出決定  
25 手段によって決定された液滴吐出ヘッドに対応する前記切替手段が前記切替制御手段によって切替動作されたとき、前記吐出異常検出手段が対応する液滴吐出ヘッドの吐出異常を検出してもよい。

また、前記検出決定手段は、前記複数の液滴吐出ヘッドから、所定の順序で順次液滴吐出ヘッドを選択する選択動作を繰り返し巡回し、前記液滴の吐出動作の動作タイミングと、前記液滴吐出ヘッドの選択タイミングとが一致した時点で、該タイミングの一致した前記液滴吐出ヘッドを前記液滴の吐出異常を検出する液滴吐出ヘッドとして決定するのが好ましい。これにより、1つの吐出異常検出手段を備えてい

5      ればよいので、その回路構成をスケールダウンすることができるとともに、その製造コストの増加を防止することができる。

また、好ましくは、上記いずれの実施形態における液滴吐出装置においても、前記吐出異常検出手段は、検出対象となる前記ノズルのフラッシング処理における液滴吐出動作時あるいは印字動作における液滴吐出動作時のいずれかのタイミングで液滴の吐出の異常を検出する。このように、本発明の液滴吐出装置は、印刷（記録）動作、すなわち、印字動作における液滴吐出動作時にも液滴の吐出異常を検出することができるので、液滴吐出装置のスループットを低下あるいは悪化させること

10      がない。

ここで、前記振動板の残留振動とは、前記アクチュエータが前記駆動回路の駆動信号（電圧信号）により液滴吐出動作を行った後、次の駆動信号が入力されて再び液滴吐出動作を実行するまでの間に、この液滴吐出動作により前記振動板が減衰しながら振動を続けている状態をいう。

15     

また、好ましくは、前記吐出異常検出手段は、前記振動板の残留振動の振動パターンに基づいて、前記液滴吐出ヘッドの液滴の吐出異常の有無を判定する判定手段を含む。そして、好ましくは、前記判定手段は、前記液滴吐出ヘッドの液滴の吐出異常があると判定した際、その吐出異常の原因を判定する。ここで、前記振動板の残留振動の振動パターンは、前記残留振動の周期を含んでもよい。これにより、光学式検出装置など従来のドット抜け検出を行うことができる装置では、判定不可能

20      である液滴の吐出異常の原因を判定することができ、それによって、必要に応じ、その原因に対し適切な回復処理を選択し、実行することができる。

25     

ここで、好ましくは、前記判定手段は、前記振動板の残留振動の周期が所定の範

囲の周期よりも短いときには、前記キャピティ内に気泡が混入したものと判定し、前記振動板の残留振動の周期が所定の閾値よりも長いときには、前記ノズル付近の液滴が乾燥により増粘したものと判定する。また、好ましくは、前記判定手段は、前記振動板の残留振動の周期が前記所定の範囲の周期よりも長く、前記所定の閾値よりも短いときには、前記ノズルの出口付近に紙粉が付着したものと判定する。なお、本発明において、「紙粉」とは、単に記録用紙などから発生した紙粉のみに限らず、例えば、紙送りローラ（給紙ローラ）などのゴムの切れ端や、空気中に浮遊するごみなどを含むノズル付近に付着して液滴吐出の妨げとなるすべてのものをいう。

- 10      なお、本発明の液滴吐出装置は、前記判定手段によって判定された判定結果を記憶する記憶手段をさらに備えてもよい。これにより、記憶された判定結果に基づいて、例えば、印字動作の終了後など適切なときに適切な回復処理を実行することができる。

- 15      また、好ましくは、前記吐出異常検出手段は、発振回路を備え、前記振動板の残留振動によって変化する前記アクチュエータの静電容量成分に基づいて、該発振回路が発振する。そして、前記発振回路は、前記アクチュエータの静電容量成分と、前記アクチュエータに接続される抵抗素子の抵抗成分とによるCR発振回路を構成してもよい。このように、本発明の液滴吐出装置は、振動板の残留振動波形（残留振動の電圧波形）をアクチュエータの静電容量成分の時系列的な微小変化（発振周期の変化）として検出しているので、アクチュエータに圧電素子を用いた場合には、その起電圧の大小に依存することなく、振動板の残留振動波形を正確に検出することができる。

- 25      ここで、好ましくは、前記発振回路の発振周波数は、前記振動板の残留振動の振動周波数よりもおよそ1桁以上高い周波数になるよう構成される。このように、発振回路の発振周波数を、振動板の残留振動の振動周波数の数十倍程度の周波数に設定することによって、この振動板の残留振動をより正確に検出することができ、それによって、液滴の吐出異常をより正確に検出することができる。

また、好ましくは、前記吐出異常検出手段は、前記発振回路の出力信号における発振周波数の変化に基づいて生成される所定の信号群により、前記振動板の残留振動の電圧波形を生成するF/V変換回路を含む。このように、F/V変換回路を用いて電圧波形を生成することにより、アクチュエータの駆動に影響を与えることなく、残留振動波形を検出する際、その検出感度を大きく設定することができる。

さらに、好ましくは、前記吐出異常検出手段は、前記F/V変換回路によって生成された前記振動板の残留振動の電圧波形を所定の波形に整形する波形整形回路を含む。そして、好ましくは、この波形整形回路は、前記F/V変換回路によって生成された前記振動板の残留振動の電圧波形から直流成分を除去するDC成分除去手段と、このDC成分除去手段によって直流成分を除去された電圧波形と所定の電圧値とを比較する比較器とを含み、該比較器は、該電圧比較に基づいて、矩形波を生成して出力する。

また、好ましくは、前記吐出異常検出手段は、前記波形整形回路によって生成された前記矩形波から前記振動板の残留振動の周期を計測する計測手段を含む。さらに、前記計測手段は、カウンタを有し、該カウンタが基準信号のパルスをカウントすることによって、前記矩形波の立ち上がりエッジ間あるいは立ち上がりエッジと立ち下がりエッジの間の時間を計測してもよい。このようにカウンタを用いて矩形波の周期を計測することにより、振動板の残留振動の周期をより簡単に、そしてより正確に検出することができる。

なお、前記アクチュエータは、静電式アクチュエータであってもよく、圧電素子のピエゾ効果を利用した圧電アクチュエータであってもよい。本発明の液滴吐出装置は、上記のようなコンデンサからなる静電アクチュエータのみならず、圧電アクチュエータも用いることができるので、既存のほとんどの液滴吐出装置に本発明を適用することができる。また、好ましくは、本発明の液滴吐出装置は、インクジェットプリンタを含む。

また、本発明の液滴吐出装置は、

振動板と、前記振動板を変位させるアクチュエータと、内部に液体が充填され、

前記振動板の変位により、該内部の圧力が増減されるキャビティと、前記キャビティに連通し、前記キャビティ内の圧力の増減により前記液体を液滴として吐出するノズルとを複数有する液滴吐出ヘッドと、

前記アクチュエータを駆動する駆動回路と、

- 5 前記液滴吐出ヘッドのうちいずれのノズルから液滴を吐出するかを選択する吐出選択手段と、

前記振動板の残留振動を検出し、該検出された前記振動板の残留振動の振動パターンに基づいて、液滴の吐出異常を検出する吐出異常検出手段と、

前記アクチュエータとの接続を前記駆動回路または前記吐出異常検出手段に切り

- 10 替える切替手段と、

前記吐出選択手段を制御する制御手段と、

を備えることを特徴とする。

ここで、好ましくは、前記制御手段は、液滴吐出または液滴の吐出異常検出を行う前記液滴吐出ヘッドのノズルを選択するデータと、前記駆動回路の状態に応じて

- 15 前記切替手段の切り替え動作を制御する駆動/検出切替信号とに基づいて、前記吐出選択手段を制御する。

また、好ましくは、前記制御手段は、吐出動作を行う場合は、前記アクチュエータと前記駆動回路とを接続し、液滴の吐出異常を検出する場合は、前記駆動回路から出力される駆動信号により前記振動板に変位動作を発生させた後、前記アクチュエータとの接続を前記駆動回路から前記吐出異常検出手段に切り替える事を特徴とする。

- 20

好ましくは、前記切替手段が前記アクチュエータを前記吐出異常検出手段に接続している期間は、前記駆動信号と前記駆動信号の間、すなわち、駆動休止期間内である。

- 25 また、好ましくは、前記吐出異常検出手段は、前記吐出選択手段によって選択されたノズルに対して前記吐出異常を検出する。この場合、前記吐出選択手段によって選択されるノズルは、液滴吐出ヘッドの1ノズル毎走査して液滴吐出ヘッドの前

記吐出異常を検出してもよい。

ここで、本発明の液滴吐出装置は、複数のノズルにそれぞれ対応する前記吐出異常検出手段と、前記切替手段とが複数設けられていてもよい。この場合、好ましくは、前記吐出選択手段によって液滴吐出ヘッドのすべてのノズルを選択し、すべての  
5    のノズルに対して同時に前記吐出異常を検出する。その代わりに、本発明の液滴吐出装置は、前記吐出選択手段によって選択された複数のノズルに同期した複数の前記切替手段を選択し、前記駆動／検出切替信号を入力する切替制御手段を更に備え、前記吐出選択手段によって選択された複数のノズルに対して前記吐出異常を同時に検出するよう構成されてもよい。

10    また、好ましくは、複数のノズルにそれぞれ対応する複数の切替手段と、前記切替手段を任意に選択し、前記駆動／検出切替信号を入力する切替選択手段とを設けてもよい。

前記切替選択手段は、前記制御手段から出力される走査信号に基づいて、複数ある前記切替手段を巡回するように、前記切替手段を1素子ずつ選択するよう構成されてもよい。また、好ましくは、前記切替選択手段は、前記吐出選択手段によって  
15    選択されるノズルのタイミングに同期して実行される。

好ましくは、前記切替選択手段の出力を前記切替制御手段に入力し、前記切替選択手段の選択結果と前記切替制御手段の選択結果との論理積に基づいて、前記切替手段に前記駆動／検出切替信号を入力し、該切替手段に対応する前記吐出異常検出  
20    手段が前記吐出異常を検出するよう構成されてもよい。

さらに、好ましくは、前記吐出異常検出手段は、検出対象となる前記ノズルのフラッシング処理における液滴吐出動作時あるいは印字動作における液滴吐出動作時のいずれかのタイミングで前記吐出異常を検出するよう構成される。

また、本発明の別の実施形態では、本発明の液滴吐出装置は、  
25    アクチュエータと、前記アクチュエータの駆動により変位する振動板とを有し、前記アクチュエータの駆動により、キャビティ内の液体をノズルから液滴として吐出する複数の液滴吐出ヘッドと、

前記アクチュエータを駆動する駆動回路と、

前記振動板の残留振動を検出し、該検出された前記振動板の残留振動の振動パターンに基づいて、液滴の吐出異常を検出する吐出異常検出手段と、

- 5 前記アクチュエータを駆動してノズルから前記液滴を予備的に吐出するフラッシング処理を実行するフラッシング手段を有し、前記液滴吐出ヘッドに対し、前記吐出異常の原因を解消させる回復処理を行う回復手段と、

を備える液滴吐出装置であって、

n（但し、nは自然数）個の前記液滴吐出ヘッドを1ブロックとし、m（但し、mは自然数）個の前記ブロックを有し、

- 10 前記吐出異常検出手段を前記ブロックと同数有し、それぞれの吐出異常検出手段が所定の前記ブロックに割り当てられており、

- 前記各液滴吐出ヘッドのノズルの状態を良好に維持するために、前記フラッシング手段を作動して、前記各液滴吐出ヘッドのノズルから液滴が着弾してもよい所定の領域へ液滴をn回吐出し、その際、前記各吐出異常検出手段が、それぞれ、割り  
15 当てられた前記ブロックにおいて、前記n個の液滴吐出ヘッドに対し、順次、前記吐出異常の検出を行うことを特徴とする。

- 本発明の別の実施形態における液滴吐出装置によれば、フラッシング処理の際に吐出異常の検出・判定を行うので、その吐出異常の検出・判定のために特別に時間をとられず、効率的であるとともに、インク等の液体の消費量も最小限に抑えるこ  
20 とができ、複数のノズルを有する液滴吐出ヘッドのそれぞれのノズルの吐出異常を検出・判定することができる。

- また、液滴を吐出する回数（n回）と、1ブロック中の液滴吐出ヘッドの個数（n個）とが一致しており、吐出異常検出手段がブロックと同数（m個）設けられているので、液滴のn回の吐出で、順次、1つずつ、確実に、ノズルの吐出異常の検  
25 出・判定を行うことができ、また、吐出異常検出手段の個数を少なくすることができ、回路構成をスケールダウンすることができるとともに、製造コストの増加を防止することができる。

ここで、本発明の液滴吐出装置では、好ましくは、前記アクチュエータの駆動による液滴の吐出動作後、前記アクチュエータとの接続を前記駆動回路から前記吐出異常検出手段に切り替える切替手段を有する。

- また、好ましくは、前記振動板の残留振動の振動パターンに基づいて、前記液滴
- 5 吐出ヘッドの液滴の吐出異常の有無を判定する判定手段を有する。そして、好ましくは、前記判定手段は、前記液滴吐出ヘッドの液滴の吐出異常があると判定した際、その吐出異常の原因を判定する。また、好ましくは、前記判定手段は、前記振動板の残留振動の周期が所定の範囲の周期よりも短いときには、前記キャビティ内に気泡が混入したものと判定し、前記振動板の残留振動の周期が所定の閾値よりも長い
- 10 いときには、前記ノズル付近の液体が乾燥により増粘したものと判定し、前記振動板の残留振動の周期が前記所定の範囲の周期よりも長く、前記所定の閾値よりも短いときには、前記ノズルの出口付近に紙粉が付着したものと判定する。これにより、光学式検出装置など従来のドット抜け検出を行うことができる装置では、判定不可能である液滴の吐出異常の原因を判定することができ、それによって、必要に応じ、その原因に対し適切な回復処理を選択し、実行することができる。
- 15

また、好ましくは、前記液滴をn回吐出して行う吐出異常の検出を定期的に行う。これにより、各液滴吐出ヘッドのノズルの状態を良好に維持することができるとともに、定期的に、各ノズルの吐出異常を検出・判定することができる。

- また、好ましくは、前記液滴をn回吐出して行う吐出異常の検出を前記液滴吐出
- 20 ヘッドが往復する毎に行う。これにより、各液滴吐出ヘッドのノズルの状態を良好に維持することができるとともに、液滴吐出ヘッドが往復する毎に、各ノズルの吐出異常を検出・判定することができる。

- また、好ましくは、前記液滴をn回吐出して行う吐出異常の検出を当該液滴吐出装置の電源を投入した直後に行う。これにより、液滴吐出装置の電源が投入された
- 25 場合、その直後に、確実に、各液滴吐出ヘッドのノズルを良好な状態にすることができるとともに、各ノズルの吐出異常を検出・判定することができる。

また、好ましくは、前記液滴をn回吐出して行う吐出異常の検出を前記回復手段



による回復処理の直後に行う。これにより、回復処理が実行された場合、その直後に、確実に、各液滴吐出ヘッドのノズルを良好な状態にすることができるとともに、各ノズルの吐出異常を検出・判定することができる。

- また、本発明の別の態様において、本発明の液滴吐出ヘッドの吐出異常検出・判定方法は、振動板と、アクチュエータと、ノズルとを有する複数の液滴吐出ヘッドのうちいずれの液滴吐出ヘッドのノズルから液滴を吐出するかを選択し、選択された液滴吐出ヘッドのアクチュエータを駆動して前記振動板を振動することにより、前記ノズルから液滴を吐出する動作を行った後、前記アクチュエータを駆動する駆動回路から検出回路に切り替わり、この検出回路において、前記振動板の残留振動を検出し、検出された前記振動板の残留振動の振動パターンに基づいて、液滴の吐出異常を検出することを特徴とする。

- ここで、好ましくは、前記複数の液滴吐出ヘッドにそれぞれ対応して前記検出回路が複数備えられ、液滴の吐出動作後、前記アクチュエータの接続を前記駆動回路から該アクチュエータに対応する検出回路にそれぞれ切り替える。この場合、前記選択された液滴吐出ヘッドに対してのみ前記駆動回路から前記検出回路への切替動作を実行してもよい。

- また、好ましくは、前記複数の液滴吐出ヘッドの任意の液滴吐出ヘッドを指定し、その指定された任意の液滴吐出ヘッドに対して前記切替動作を実行する。そして、好ましくは、検出対象となる前記ノズルのフラッシング処理における液滴吐出動作時あるいは印字動作における液滴吐出動作時のいずれかのタイミングで液滴の吐出異常を検出する。

- さらに、好ましくは、前記振動板の残留振動の振動パターンに基づいて、前記液滴吐出ヘッドの液滴の吐出異常の有無を判定するとともに、前記液滴吐出ヘッドの液滴の吐出異常があると判定された際、その吐出異常の原因を判定する。
- ここで、好ましくは、前記残留振動の振動パターンは残留振動の周期であり、この検出された残留振動の周期が所定の範囲の周期よりも短いときには、前記吐出異常の原因として前記液滴吐出ヘッドのキャビティ内に気泡が混入したものと判定し

、この検出された残留振動の周期が所定の閾値よりも長いときには、前記吐出異常の原因として前記液滴吐出ヘッドのノズル付近の液体が乾燥により増粘したものと判定し、この検出された残留振動の周期が前記所定の範囲の周期よりも長く、前記所定の閾値よりも短いときには、前記吐出異常の原因として前記液滴吐出ヘッドの  
5 ノズルの出口付近に紙粉が付着したものと判定する。なお、好ましくは、前記判定において判定された判定結果を記憶部に記憶してもよい。

#### 図面の簡単な説明

図1は、本発明の液滴吐出装置の一種であるインクジェットプリンタの構成を示  
10 す概略図である。

図2は、本発明のインクジェットプリンタの主要部を概略的に示すブロック図である。

図3は、図2に示すヘッドユニット内の1つのインクジェットヘッドの概略的な断面図である。

15 図4は、図2のヘッドユニットの1色のインクに対応する概略的な構成を示す分解斜視図である。

図5は、4色インクを用いるヘッドユニットのノズルプレートのノズル配置パターンの一例である。

図6は、図3のIII-III断面の駆動信号入力時の各状態を示す状態図である。

20 図7は、図3の振動板の残留振動を想定した単振動の計算モデルを示す回路図である。

図8は、図3の振動板の残留振動の実験値と計算値との関係を示すグラフである。

図9は、図3のキャビティ内に気泡が混入した場合のノズル付近の概念図である  
25 。

図10は、キャビティへの気泡混入によりインク滴が吐出しなくなった状態における残留振動の計算値及び実験値を示すグラフである。

図 1 1 は、図 3 のノズル付近のインクが乾燥により固着した場合のノズル付近の概念図である。

図 1 2 は、ノズル付近のインクの乾燥増粘状態における残留振動の計算値及び実験値を示すグラフである。

- 5 図 1 3 は、図 3 のノズル出口付近に紙粉が付着した場合のノズル付近の概念図である。

図 1 4 は、ノズル出口に紙粉が付着した状態における残留振動の計算値及び実験値を示すグラフである。

- 10 図 1 5 は、ノズル付近に紙粉が付着した前後におけるノズルの状態を示す写真である。

図 1 6 は、図 3 に示す吐出異常検出手段の概略的なブロック図である。

図 1 7 は、図 3 の静電アクチュエータを平行平板コンデンサとした場合の概念図である。

- 15 図 1 8 は、図 3 の静電アクチュエータから構成されるコンデンサを含む発振回路の回路図である。

図 1 9 は、図 1 6 に示す吐出異常検出手段の F/V 変換回路の回路図である。

図 2 0 は、本発明の発振回路から出力する発振周波数に基づく各部の出力信号などのタイミングを示すタイミングチャートである。

図 2 1 は、固定時間  $t_r$  及び  $t_1$  の設定方法を説明するための図である。

- 20 図 2 2 は、図 1 6 の波形整形回路の回路構成を示す回路図である。

図 2 3 は、駆動回路と検出回路との切替手段の概略を示すブロック図である。

図 2 4 は、本発明の吐出異常検出・判定処理を示すフローチャートである。

図 2 5 は、本発明の残留振動検出処理を示すフローチャートである。

図 2 6 は、本発明の吐出異常判定処理を示すフローチャートである。

- 25 図 2 7 は、複数のインクジェットヘッドの吐出異常検出のタイミングの一例（吐出異常検出手段が 1 つの場合）である。

図 2 8 は、複数のインクジェットヘッドの吐出異常検出のタイミングの一例（吐

出異常検出手段の数がインクジェットヘッドの数と同じ場合)である。

図29は、複数のインクジェットヘッドの吐出異常検出のタイミングの一例(吐出異常検出手段の数がインクジェットヘッドの数と同じであり、印字データがあるときに吐出異常検出を行う場合)である。

- 5 図30は、複数のインクジェットヘッドの吐出異常検出のタイミングの一例(吐出異常検出手段の数がインクジェットヘッドの数と同じであり、各インクジェットヘッドを巡回して吐出異常検出を行う場合)である。

図31は、図27に示すインクジェットプリンタのフラッシング動作時における吐出異常検出のタイミングを示すフローチャートである。

- 10 図32は、図28及び図29に示すインクジェットプリンタのフラッシング動作時における吐出異常検出のタイミングを示すフローチャートである。

図33は、図30に示すインクジェットプリンタのフラッシング動作時における吐出異常検出のタイミングを示すフローチャートである。

- 15 図34は、図28及び図29に示すインクジェットプリンタの印字動作時における吐出異常検出のタイミングを示すフローチャートである。

図35は、図30に示すインクジェットプリンタの印字動作時における吐出異常検出のタイミングを示すフローチャートである。

図36は、図1に示すインクジェットプリンタの上部から見た概略的な構造(一部省略)を示す図である。

- 20 図37は、図36に示すワイパとヘッドユニットとの位置関係を示す図である。

図38は、ポンプ吸引処理時における、インクジェットヘッドと、キャップ及びポンプとの関係を示す図である。

図39は、図38に示すチューブポンプの構成を示す概略図である。

- 25 図40は、本発明のインクジェットプリンタにおける吐出異常回復処理を示すフローチャートである。

図41は、本発明におけるインクジェットヘッドの他の構成例の概略を示す断面図である。

図 4 2 は、本発明におけるインクジェットヘッドの他の構成例の概略を示す断面図である。

図 4 3 は、本発明におけるインクジェットヘッドの他の構成例の概略を示す断面図である。

5 図 4 4 は、本発明におけるインクジェットヘッドの他の構成例の概略を示す断面図である。

図 4 5 は、本発明の液滴吐出装置の第 3 実施形態の主要部を示すブロック図である。

10 図 4 6 は、図 4 5 に示す液滴吐出装置の 1 つのブロックについてのブロック図である。

図 4 7 は、本発明におけるヘッドユニットの他の構成例を示す斜視図である。

図 4 8 は、図 4 7 に示すヘッドユニットの概略的な断面図である。

図 4 9 は、4 色インクを用いるヘッドユニットのノズルプレートにおけるノズルの配置パターンの一例を示す平面図である。

15

発明を実施するための最良の形態

以下、図 1 ～図 4 9 を参照して本発明の液滴吐出装置及び吐出異常検出・判定方法の好適な実施形態を詳細に説明する。なお、この実施形態は例示として挙げるものであり、これにより本発明の内容を限定的に解釈すべきではない。なお、以下、  
20 本実施形態では、本発明の液滴吐出装置の一例として、インク（液状材料）を吐出して記録用紙に画像をプリントするインクジェットプリンタを用いて説明する。

#### ＜第 1 実施形態＞

図 1 は、本発明の第 1 実施形態における液滴吐出装置の一種であるインクジェットプリンタ 1 の構成を示す概略図である。なお、以下の説明では、図 1 中、上側を  
25 「上部」、下側を「下部」という。まず、このインクジェットプリンタ 1 の構成について説明する。

図 1 に示すインクジェットプリンタ 1 は、装置本体 2 を備えており、上部後方に

記録用紙Pを設置するトレイ21と、下部前方に記録用紙Pを排出する排紙口22と、上部面に操作パネル7とが設けられている。

操作パネル7は、例えば、液晶ディスプレイ、有機ELディスプレイ、LEDランプ等で構成され、エラーメッセージ等を表示する表示部（図示せず）と、各種スイッチ等で構成される操作部（図示せず）とを備えている。

また、装置本体2の内部には、主に、往復動する印字手段（移動体）3を備える印刷装置（印刷手段）4と、記録用紙Pを1枚ずつ印刷装置4に送り込む給紙装置（給紙手段）5と、印刷装置4及び給紙装置5を制御する制御部（制御手段）6とを有している。

10 制御部6の制御により、給紙装置5は、記録用紙Pを一枚ずつ間欠送りする。この記録用紙Pは、印字手段3の下部近傍を通過する。このとき、印字手段3が記録用紙Pの送り方向とほぼ直交する方向に往復移動して、記録用紙Pへの印刷が行なわれる。すなわち、印字手段3の往復動と記録用紙Pの間欠送りとが、印刷における主走査及び副走査となって、インクジェット方式の印刷が行なわれる。

15 印刷装置4は、印字手段3と、印字手段3を主走査方向に移動させる駆動源となるキャリッジモータ41と、キャリッジモータ41の回転を受けて、印字手段3を往復動させる往復動機構42とを備えている。

印字手段3は、その下部に、多数のノズル110を備えるインクの種類に対応した複数のヘッドユニット35と、各ヘッドユニット35にインクを供給する複数のインクカートリッジ（I/C）31と、各ヘッドユニット35及びインクカートリッジ31を搭載したキャリッジ32とを有している。

また、ヘッドユニット35は、図3において後述するように、それぞれ一つの、ノズル110と、振動板121と、静電アクチュエータ120と、キャビティ141と、インク供給口142等で構成されたインクジェット式記録ヘッド（インクジェットヘッドあるいは液滴吐出ヘッド）100を多数備えている。なお、ヘッドユニット35は、図1ではインクカートリッジ31を含んだ構成を示しているが、このような構成に限定されない。例えば、インクカートリッジ31を別に固定し、チュ

ープなどによってヘッドユニット 3 5 に供給されるようなものでもよい。したがって、以下において、印字手段 3 とは別に、それぞれ一つの、ノズル 1 1 0 と、振動板 1 2 1 と、静電アクチュエータ 1 2 0 と、キャビティ 1 4 1 と、インク供給口 1 4 2 等で構成されたインクジェットヘッド 1 0 0 を複数設けたものをヘッドユニット 3 5 と称するものとする。

なお、インクカートリッジ 3 1 として、イエロー、シアン、マゼンタ、ブラック（黒）の 4 色のインクを充填したものを用いることにより、フルカラー印刷が可能となる。この場合、印字手段 3 には、各色にそれぞれ対応したヘッドユニット 3 5 が設けられることになる。ここで、図 1 では、4 色のインクに対応した 4 つのインクカートリッジ 3 1 を示しているが、印字手段 3 は、その他の色、例えば、ライトシアン、ライトマゼンダ、ダークイエローなどのインクカートリッジ 3 1 をさらに備えるように構成されてもよい。

往復動機構 4 2 は、その両端をフレーム（図示せず）に支持されたキャリッジガイド軸 4 2 2 と、キャリッジガイド軸 4 2 2 と平行に延在するタイミングベルト 4 2 1 とを有している。

キャリッジ 3 2 は、往復動機構 4 2 のキャリッジガイド軸 4 2 2 に往復動自在に支持されるとともに、タイミングベルト 4 2 1 の一部に固定されている。

キャリッジモータ 4 1 の作動により、プーリを介してタイミングベルト 4 2 1 を正逆走行させると、キャリッジガイド軸 4 2 2 に案内されて、印字手段 3 が往復動する。そして、この往復動の際に、印刷されるイメージデータ（印刷データ）に対応して、ヘッドユニット 3 5 内の複数のインクジェットヘッド 1 0 0 のノズル 1 1 0 から適宜インクが吐出され、記録用紙 P への印刷が行われる。

給紙装置 5 は、その駆動源となる給紙モータ 5 1 と、給紙モータ 5 1 の作動により回転する給紙ローラ 5 2 とを有している。

給紙ローラ 5 2 は、記録用紙 P の送り経路（記録用紙 P）を挟んで上下に対向する従動ローラ 5 2 a と駆動ローラ 5 2 b とで構成され、駆動ローラ 5 2 b は給紙モータ 5 1 に連結されている。これにより、給紙ローラ 5 2 は、トレイ 2 1 に設置し

た多数枚の記録用紙Pを、印刷装置4に向かって1枚ずつ送り込めるようになって  
いる。なお、トレイ21に代えて、記録用紙Pを収容する給紙カセットを着脱自在  
に装着し得るような構成であってもよい。

制御部6は、例えば、パーソナルコンピュータ(PC)やデジタルカメラ(D  
5 C)等のホストコンピュータ8から入力された印刷データに基づいて、印刷装置4  
や給紙装置5等を制御することにより記録用紙Pに印刷処理を行うものである。ま  
た、制御部6は、操作パネル7の表示部にエラーメッセージ等を表示させ、あるい  
はLEDランプ等を点灯／点滅させるとともに、操作部から入力された各種スイッ  
チの押下信号に基づいて、対応する処理を各部に実行させるものである。

10 図2は、本発明のインクジェットプリンタの主要部を概略的に示すブロック図で  
ある。この図2において、本発明のインクジェットプリンタ1は、ホストコンピュ  
ータ8から入力された印刷データなどを受け取るインターフェース部(IF: Inte  
rface)9と、制御部6と、キャリッジモータ41と、キャリッジモータ41を駆  
動制御するキャリッジモータドライバ43と、給紙モータ51と、給紙モータ51  
15 を駆動制御する給紙モータドライバ53と、ヘッドユニット35と、ヘッドユニッ  
ト35を駆動制御するヘッドドライバ33と、吐出異常検出手段10とを備える。  
なお、吐出異常検出手段10、回復手段24及びヘッドドライバ33については、  
詳細を後述する。

この図2において、制御部6は、印刷処理や吐出異常検出・判定処理などの各種  
20 処理を実行するCPU(Central Processing Unit)61と、ホストコンピュータ  
8からIF9を介して入力される印刷データを図示しないデータ格納領域に格納す  
る不揮発性半導体メモリの一種であるEEPROM(Electrically Erasable Prog  
rammable Read-Only Memory)(記憶手段)62と、後述する吐出異常検出・判定  
処理などを実行する際に各種データを一時的に格納し、あるいは印刷処理などのア  
25 プリケーションプログラムを一時的に展開するRAM(Random Access Memory)6  
3と、各部を制御する制御プログラム等を格納する不揮発性半導体メモリの一種で  
あるPROM64とを備えている。なお、制御部6の各構成要素は、図示しないバ



スを介して電氣的に接続されている。

上述のように、印字手段3は、各色のインクに対応した複数のヘッドユニット35から構成され、この各ヘッドユニット35は、複数のノズル110と、これらの各ノズル110に対応する静電アクチュエータ120と（複数のインクジェットヘッド100）を備える。すなわち、ヘッドユニット35は、1組のノズル110及び静電アクチュエータ120を有してなるインクジェットヘッド（液滴吐出ヘッド）100を複数個備えた構成になっている。そして、ヘッドドライバ33は、各インクジェットヘッド100の静電アクチュエータ120を駆動して、インクの吐出タイミングを制御する駆動回路18と、切替手段23とから構成される（図16参照）。なお、インクジェットヘッド100及び静電アクチュエータ120の構成については後述する。

また、制御部6には、図示しないが、例えば、インクカートリッジ31のインク残量、印字手段3の位置、温度、湿度等の印刷環境等を検出可能な各種センサが、それぞれ電氣的に接続されている。

制御部6は、IF9を介して、ホストコンピュータ8から印刷データを入手すると、その印刷データをEEPROM62に格納する。そして、CPU61は、この印刷データに所定の処理を実行して、この処理データ及び各種センサからの入力データに基づいて、各ドライバ33、43、53に駆動信号を出力する。各ドライバ33、43、53を介してこれらの駆動信号が入力されると、ヘッドユニット35の複数のインクジェットヘッド100に対応する静電アクチュエータ120、印刷装置4のキャリッジモータ41及び給紙装置5がそれぞれ作動する。これにより、記録用紙Pに印刷処理が実行される。

次に、各ヘッドユニット35内の各インクジェットヘッド100の構造を説明する。図3は、図2に示すヘッドユニット35内の1つのインクジェットヘッド100の概略的な断面図（インクカートリッジ31などの共通部分を含む）であり、図4は、1色のインクに対応するヘッドユニット35の概略的な構成を示す分解斜視図であり、図5は、図3に示すインクジェットヘッド100を複数適用したヘッド

ユニット 3 5 のノズル面の一例を示す平面図である。なお、図 3 及び図 4 は、通常使用される状態とは上下逆に示されており、図 5 は、図 3 に示すインクジェットヘッド 1 0 0 を図中上方から見たときの平面図である。

図 3 に示すように、ヘッドユニット 3 5 は、インク取り入れ口 1 3 1、ダンパ室 1 3 0 及びインク供給チューブ 3 1 1 を介して、インクカートリッジ 3 1 に接続されている。ここで、ダンパ室 1 3 0 は、ゴムからなるダンパ 1 3 2 を備えている。このダンパ室 1 3 0 により、キャリッジ 3 2 が往復走行する際のインクの揺れ及びインク圧の変化を吸収することができ、これにより、ヘッドユニット 3 5 の各インクジェットヘッド 1 0 0 に所定量のインクを安定的に供給することができる。

また、ヘッドユニット 3 5 は、シリコン基板 1 4 0 を挟んで、上側に同じくシリコン製のノズルプレート 1 5 0 と、下側にシリコンと熱膨張率が近いホウ珪酸ガラス基板（ガラス基板） 1 6 0 とがそれぞれ積層された 3 層構造をなしている。中央のシリコン基板 1 4 0 には、独立した複数のキャビティ（圧力室） 1 4 1（図 4 では、7 つのキャビティを示す）と、1 つのリザーバ（共通インク室） 1 4 3 と、このリザーバ 1 4 3 を各キャビティ 1 4 1 に連通させるインク供給口（オリフィス） 1 4 2 としてそれぞれ機能する溝が形成されている。各溝は、例えば、シリコン基板 1 4 0 の表面からエッチング処理を施すことにより形成することができる。このノズルプレート 1 5 0 と、シリコン基板 1 4 0 と、ガラス基板 1 6 0 とがこの順序で接合され、各キャビティ 1 4 1、リザーバ 1 4 3、各インク供給口 1 4 2 が区画形成されている。

これらのキャビティ 1 4 1 は、それぞれ短冊状（直方体状）に形成されており、後述する振動板 1 2 1 の振動（変位）によりその容積が可変であり、この容積変化によりノズル（インクノズル） 1 1 0 からインク（液状材料）を吐出するよう構成されている。ノズルプレート 1 5 0 には、各キャビティ 1 4 1 の先端側の部分に対応する位置に、ノズル 1 1 0 が形成されており、これらが各キャビティ 1 4 1 に連通している。また、リザーバ 1 4 3 が位置しているガラス基板 1 6 0 の部分には、リザーバ 1 4 3 に連通するインク取入れ口 1 3 1 が形成されている。インクは、イ

ンクカートリッジ31からインク供給チューブ311、ダンパ室130を経てインク取入れ口131を通り、リザーバ143に供給される。リザーバ143に供給されたインクは、各インク供給口142を通して、独立した各キャビティ141に供給される。なお、各キャビティ141は、ノズルプレート150と、側壁（隔壁）

5 144と、底壁121とによって、区画形成されている。

独立した各キャビティ141は、その底壁121が薄肉に形成されており、底壁121は、その面外方向（厚さ方向）、すなわち、図3において上下方向に弾性変形（弾性変位）可能な振動板（ダイヤフラム）として機能するように構成されている。したがって、この底壁121の部分を、以後の説明の都合上、振動板121と  
10 称して説明することもある（すなわち、以下、「底壁」と「振動板」のいずれにも符号121を用いる）。

ガラス基板160のシリコン基板140側の表面には、シリコン基板140の各キャビティ141に対応した位置に、それぞれ、浅い凹部161が形成されている。したがって、各キャビティ141の底壁121は、凹部161が形成されたガラ  
15 ス基板160の対向壁162の表面に、所定の間隙を介して対峙している。すなわち、キャビティ141の底壁121と後述するセグメント電極122の間には、所定の厚さ（例えば、0.2ミクロン程度）の空隙が存在する。なお、前記凹部161は、例えば、エッチングなどで形成することができる。

ここで、各キャビティ141の底壁（振動板）121は、ヘッドドライバ33から供給される駆動信号によってそれぞれ電荷を蓄えるための各キャビティ141側の  
20 の共通電極124の一部を構成している。すなわち、各キャビティ141の振動板121は、それぞれ、後述する対応する静電アクチュエータ120の対向電極（コンデンサの対向電極）の一方を兼ねている。そして、ガラス基板160の凹部161の表面には、各キャビティ141の底壁121に対峙するように、それぞれ、共  
25 通電極124に対向する電極であるセグメント電極122が形成されている。また、図3に示すように、各キャビティ141の底壁121の表面は、シリコンの酸化膜（ $\text{SiO}_2$ ）からなる絶縁層123により覆われている。このように、各キャビ

ティ 1 4 1 の底壁 1 2 1、すなわち、振動板 1 2 1 と、それに対応する各セグメント電極 1 2 2 とは、キャビティ 1 4 1 の底壁 1 2 1 の図 3 中下側の表面に形成された絶縁層 1 2 3 と凹部 1 6 1 内の空隙とを介し、対向電極（コンデンサの対向電極）を形成（構成）している。したがって、振動板 1 2 1 と、セグメント電極 1 2 2 と、これらの間の絶縁層 1 2 3 及び空隙とにより、静電アクチュエータ 1 2 0 の主要部が構成される。

図 3 に示すように、これらの対向電極の間に駆動電圧を印加するための駆動回路 1 8 を含むヘッドドライバ 3 3 は、制御部 6 から入力される印字信号（印字データ）に応じて、これらの対向電極間の充放電を行う。ヘッドドライバ（電圧印加手段） 3 3 の一方の出力端子は、個々のセグメント電極 1 2 2 に接続され、他方の出力端子は、シリコン基板 1 4 0 に形成された共通電極 1 2 4 の入力端子 1 2 4 a に接続されている。なお、シリコン基板 1 4 0 には不純物が注入されており、それ自体が導電性をもつために、この共通電極 1 2 4 の入力端子 1 2 4 a から底壁 1 2 1 の共通電極 1 2 4 に電圧を供給することができる。また、例えば、シリコン基板 1 4 0 の一方の面に金や銅などの導電性材料の薄膜を形成してもよい。これにより、低い電気抵抗で（効率良く）共通電極 1 2 4 に電圧（電荷）を供給することができる。この薄膜は、例えば、蒸着あるいはスパッタリング等によって形成すればよい。ここで、本実施形態では、例えば、シリコン基板 1 4 0 とガラス基板 1 6 0 とを陽極接合によって結合（接合）させるので、その陽極結合において電極として用いる導電膜をシリコン基板 1 4 0 の流路形成面側（図 3 に示すシリコン基板 1 4 0 の上部側）に形成している。そして、この導電膜をそのまま共通電極 1 2 4 の入力端子 1 2 4 a として用いる。なお、本発明では、例えば、共通電極 1 2 4 の入力端子 1 2 4 a を省略してもよく、また、シリコン基板 1 4 0 とガラス基板 1 6 0 との接合方法は、陽極接合に限定されない。

図 4 に示すように、ヘッドユニット 3 5 は、複数のインクジェットヘッド 1 0 0 に対応する複数のノズル 1 1 0 が形成されたノズルプレート 1 5 0 と、複数のキャビティ 1 4 1、複数のインク供給口 1 4 2、1 つのリザーバ 1 4 3 が形成されたシ

リコン基板（インク室基板）１４０と、絶縁層１２３とを備え、これらがガラス基板１６０を含む基体１７０に収納されている。基体１７０は、例えば、各種樹脂材料、各種金属材料等で構成されており、この基体１７０にシリコン基板１４０が固定、支持されている。

- 5      なお、ノズルプレート１５０に形成された複数のノズル１１０は、図４では簡潔に示すためにリザーバ１４３に対して略並行に直線的に配列されているが、ノズル１１０の配列パターンはこの構成に限らず、通常は、例えば、図５に示すノズル配置パターンのように、段をずらして配置される。また、このノズル１１０間のピッチは、印刷解像度（dpi）に応じて適宜設定され得るものである。なお、図５では、４色のインク（インクカートリッジ３１）を適用した場合におけるノズル１１
- 10      の配置パターンを示している。

- 図６は、図３のIII-III断面の駆動信号入力時の各状態を示す。ヘッドドライバ３３から対向電極間に駆動電圧が印加されると、対向電極間にクーロン力が発生し、底壁（振動板）１２１は、初期状態（図６（a））に対して、セグメント電極１
- 15      ２２側へ撓み、キャビティ１４１の容積が拡大する（図６（b））。この状態において、ヘッドドライバ３３の制御により、対向電極間の電荷を急激に放電させると、振動板１２１は、その弾性復元力によって図中上方に復元し、初期状態における振動板１２１の位置を越えて上部に移動し、キャビティ１４１の容積が急激に収縮する（図６（c））。このときキャビティ１４１内に発生する圧縮圧力により、キ
- 20      ャビティ１４１を満たすインク（液状材料）の一部が、このキャビティ１４１に連通しているノズル１１０からインク滴として吐出される。

- 各キャビティ１４１の振動板１２１は、この一連の動作（ヘッドドライバ３３の駆動信号によるインク吐出動作）により、次の駆動信号（駆動電圧）が入力されて再びインク滴を吐出するまでの間、減衰振動をしている。以下、この減衰振動を残留振動とも称する。振動板１２１の残留振動は、ノズル１１０やインク供給口１４
- 25      ２の形状、あるいはインク粘度等による音響抵抗 $r$ と、流路内のインク重量によるイナータンス $m$ と、振動板１２１のコンプライアンス $C_m$ とによって決定される固

有振動周波数を有するものと想定される。

上記想定に基づく振動板 1 2 1 の残留振動の計算モデルについて説明する。図 7 は、振動板 1 2 1 の残留振動を想定した単振動の計算モデルを示す回路図である。

5 このように、振動板 1 2 1 の残留振動の計算モデルは、音圧  $P$  と、上述のイナータンス  $m$ 、コンプライアンス  $C_m$  及び音響抵抗  $r$  とで表せる。そして、図 7 の回路に音圧  $P$  を与えた時のステップ応答を体積速度  $u$  について計算すると、次式が得られる。

【数 1】

$$u = \frac{P}{\omega \cdot m} e^{-\alpha t} \cdot \sin \omega t \quad (1)$$

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{m \cdot C_m} - \alpha^2} \quad (2)$$

$$\alpha = \frac{r}{2m} \quad (3)$$

この式から得られた計算結果と、別途行ったインク吐出後の振動板 1 2 1 の残留振動の実験における実験結果とを比較する。図 8 は、振動板 1 2 1 の残留振動の実験値と計算値との関係を示すグラフである。この図 8 に示すグラフからも分かるように、実験値と計算値の 2 つの波形は、概ね一致している。

さて、ヘッドユニット 3 5 の各インクジェットヘッド 1 0 0 では、前述したような吐出動作を行ったにもかかわらずノズル 1 1 0 からインク滴が正常に吐出されない現象、すなわち液滴の吐出異常が発生する場合がある。この吐出異常が発生する原因としては、後述するように、(1) キャビティ 1 4 1 内への気泡の混入、(2) ノズル 1 1 0 付近でのインクの乾燥・増粘（固着）、(3) ノズル 1 1 0 出口付近への紙粉付着、等が挙げられる。

この吐出異常が発生すると、その結果としては、典型的にはノズル 1 1 0 から液滴が吐出されないこと、すなわち液滴の不吐出現象が現れ、その場合、記録用紙 P

に印刷（描画）した画像における画素のドット抜けを生じる。また、吐出異常の場合には、ノズル 1 1 0 から液滴が吐出されたとしても、液滴の量が過少であったり、その液滴の飛行方向（弾道）がずれたりして適正に着弾しないので、やはり画素のドット抜けとなって現れる。このようなことから、以下の説明では、液滴の吐出異常のことを単に「ドット抜け」という場合もある。

以下において、図 8 に示す比較結果に基づいて、インクジェットヘッド 1 0 0 のノズル 1 1 0 に発生する印刷処理時のドット抜け（吐出異常）現象（液滴不吐出現象）の原因別に、振動板 1 2 1 の残留振動の計算値と実験値がマッチ（概ね一致）するように、音響抵抗  $r$  及び／又はイナータンス  $m$  の値を調整する。なお、ここでは、気泡混入、乾燥増粘及び紙粉付着の 3 種類について検討する。

まず、ドット抜けの 1 つの原因であるキャビティ 1 4 1 内への気泡の混入について検討する。図 9 は、図 3 のキャビティ 1 4 1 内に気泡 B が混入した場合のノズル 1 1 0 付近の概念図である。この図 9 に示すように、発生した気泡 B は、キャビティ 1 4 1 の壁面に発生付着しているものと想定される（図 9 では、気泡 B の付着位置の一例として、気泡 B がノズル 1 1 0 付近に付着している場合を示す）。

このように、キャビティ 1 4 1 内に気泡 B が混入した場合には、キャビティ 1 4 1 内を満たすインクの総重量が減り、イナータンス  $m$  が低下するものと考えられる。また、気泡 B は、キャビティ 1 4 1 の壁面に付着しているので、その径の大きさだけノズル 1 1 0 の径が大きくなったような状態となり、音響抵抗  $r$  が低下するものと考えられる。

したがって、インクが正常に吐出された図 8 の場合に対して、音響抵抗  $r$ 、イナータンス  $m$  を共に小さく設定して、気泡混入時の残留振動の実験値とマッチングすることにより、図 1 0 のような結果（グラフ）が得られた。図 8 及び図 1 0 のグラフから分かるように、キャビティ 1 4 1 内に気泡が混入した場合には、正常吐出時に比べて周波数が高くなる特徴的な残留振動波形が得られる。なお、音響抵抗  $r$  の低下などにより、残留振動の振幅の減衰率も小さくなり、残留振動は、その振幅をゆっくりと下げていることも確認することができる。

次に、ドット抜けのもう1つの原因であるノズル110付近でのインクの乾燥（固着、増粘）について検討する。図11は、図3のノズル110付近のインクが乾燥により固着した場合のノズル110付近の概念図である。この図11に示すように、ノズル110付近のインクが乾燥して固着した場合、キャビティ141内のインクは、キャビティ141内に閉じこめられたような状況となる。このように、ノズル110付近のインクが乾燥、増粘した場合には、音響抵抗 $r$ が増加するものと考えられる。

したがって、インクが正常に吐出された図8の場合に対して、音響抵抗 $r$ を大きく設定して、ノズル110付近のインク乾燥固着（増粘）時の残留振動の実験値とマッチングすることにより、図12のような結果（グラフ）が得られた。なお、図12に示す実験値は、数日間図示しないキャップを装着しない状態でヘッドユニット35を放置し、キャビティ141内のノズル110付近のインクが乾燥、増粘したことによりインクを吐出することができなくなった（インクが固着した）状態における振動板121の残留振動を測定したものである。図8及び図12のグラフから分かるように、ノズル110付近のインクが乾燥により固着した場合には、正常吐出時に比べて周波数が極めて低くなるとともに、残留振動が過減衰となる特徴的な残留振動波形が得られる。これは、インク滴を吐出するために振動板121が図3中下方に引き寄せられることによって、キャビティ141内にリザーバ143からインクが流入した後に、振動板121が図3中上方に移動するときに、キャビティ141内のインクの逃げ道がないために、振動板121が急激に振動できなくなるため（過減衰となるため）である。

次に、ドット抜けのさらにもう1つの原因であるノズル110出口付近への紙粉付着について検討する。図13は、図3のノズル110出口付近に紙粉が付着した場合のノズル110付近の概念図である。この図13に示すように、ノズル110の出口付近に紙粉が付着した場合、キャビティ141内から紙粉を介してインクが染み出してしまおうとともに、ノズル110からインクを吐出することができなくなる。このように、ノズル110の出口付近に紙粉が付着し、ノズル110からイン



クが染み出している場合には、振動板 1 2 1 からみてキャビティ 1 4 1 内及び染み出し分のインクが正常時よりも増えることにより、イナータンス  $m$  が増加するものと考えられる。また、ノズル 1 1 0 の出口付近に付着した紙粉の繊維によって音響抵抗  $r$  が増大するものと考えられる。

5       したがって、インクが正常に吐出された図 8 の場合に対して、イナータンス  $m$ 、音響抵抗  $r$  を共に大きく設定して、ノズル 1 1 0 の出口付近への紙粉付着時の残留振動の実験値とマッチングすることにより、図 1 4 のような結果（グラフ）が得られた。図 8 及び図 1 4 のグラフから分かるように、ノズル 1 1 0 の出口付近に紙粉が付着した場合には、正常吐出時に比べて周波数が低くなる特徴的な残留振動波形  
10      が得られる（ここで、紙粉付着の場合、インクの乾燥の場合よりは、残留振動の周波数が高いことも、図 1 2 及び図 1 4 のグラフから分かる。）。なお、図 1 5 は、この紙粉付着前後におけるノズル 1 1 0 の状態を示す写真である。ノズル 1 1 0 の出口付近に紙粉が付着すると、紙粉に沿ってインクがにじみ出している状態を、図 1 5（b）から見出すことができる。

15      ここで、ノズル 1 1 0 付近のインクが乾燥して増粘した場合と、ノズル 1 1 0 の出口付近に紙粉が付着した場合とでは、いずれも正常にインク滴が吐出された場合に比べて減衰振動の周波数が低くなっている。これら 2 つのドット抜け（インク不吐出：吐出異常）の原因を振動板 1 2 1 の残留振動の波形から特定するために、例えば、減衰振動の周波数や周期、位相において所定のしきい値を持って比較するか  
20      、あるいは、残留振動（減衰振動）の周期変化や振幅変化の減衰率から特定することができる。このようにして、各インクジェットヘッド 1 0 0 におけるノズル 1 1 0 からのインク滴が吐出されたときの振動板 1 2 1 の残留振動の変化、特に、その周波数の変化によって、各インクジェットヘッド 1 0 0 の吐出異常を検出することができる。また、その場合の残留振動の周波数を正常吐出時の残留振動の周波数と  
25      比較することにより、吐出異常の原因を特定することもできる。

次に、吐出異常検出手段 1 0 について説明する。図 1 6 は、図 2 に示す吐出異常検出手段 1 0 の概略的なブロック図である。この図 1 6 に示すように、本発明の吐

出異常検出手段 10 は、発振回路 11 と、F/V 変換回路 12 と、波形整形回路 15 とから構成される残留振動検出手段 16 と、この残留振動検出手段 16 によって検出された残留振動波形データから周期や振幅などを計測する計測手段 17 と、この計測手段 17 によって計測された周期などに基づいてインクジェットヘッド 100 の吐出現異常を判定する判定手段 20 とを備えている。吐出現異常検出手段 10 では、残留振動検出手段 16 は、静電アクチュエータ 120 の振動板 121 の残留振動に基づいて、発振回路 11 が発振し、その発振周波数から F/V 変換回路 12 及び波形整形回路 15 において振動波形を形成して、検出する。そして、計測手段 17 は、検出された振動波形に基づいて残留振動の周期などを計測し、判定手段 20 は、計測された残留振動の周期などに基づいて、ヘッドユニット 35 内のそれぞれのインクジェットヘッド 100 の吐出現異常を検出、判定する。以下、吐出現異常検出手段 10 の各構成要素について説明する。

まず、静電アクチュエータ 120 の振動板 121 の残留振動の周波数（振動数）を検出するために、発振回路 11 を用いる方法を説明する。図 17 は、図 3 の静電アクチュエータ 120 を平行平板コンデンサとした場合の概念図であり、図 18 は、図 3 の静電アクチュエータ 120 から構成されるコンデンサを含む発振回路 11 の回路図である。なお、図 18 に示す発振回路 11 は、シュミットトリガのヒステリシス特性を利用する CR 発振回路であるが、本発明はこのような CR 発振回路に限定されず、アクチュエータ（振動板を含む）の静電容量成分（コンデンサ C）を用いる発振回路であればどのような発振回路でもよい。発振回路 11 は、例えば、LC 発振回路を利用した構成としてもよい。また、本実施形態では、シュミットトリガインバータを用いた例を示して説明しているが、例えば、インバータを 3 段用いた CR 発振回路を構成してもよい。

図 3 に示すインクジェットヘッド 100 では、上述のように、振動板 121 と非常にわずかな間隔（空隙）を隔てたセグメント電極 122 とが対向電極を形成する静電アクチュエータ 120 を構成している。この静電アクチュエータ 120 は、図 17 に示すような平行平板コンデンサと考えることができる。このコンデンサの静

電容量をC、振動板121及びセグメント電極122のそれぞれの表面積をS、2つの電極121、122の距離（ギャップ長）をg、両電極に挟まれた空間（空隙）の誘電率を $\epsilon$ （真空の誘電率を $\epsilon_0$ 、空隙の比誘電率を $\epsilon_r$ とすると、 $\epsilon = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r$ ）とすると、図17に示すコンデンサ（静電アクチュエータ120）の静電容量C(x)は、次式で表される。

【数2】

$$C(x) = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \frac{S}{g-x} \quad (F) \quad (4)$$

なお、式(4)のxは、図17に示すように、振動板121の残留振動によって生じる振動板121の基準位置からの変位量を示している。

この式(4)から分かるように、ギャップ長g（ギャップ長g－変位量x）が小さくなれば、静電容量C(x)は大きくなり、逆にギャップ長g（ギャップ長g－変位量x）が大きくなれば、静電容量C(x)は小さくなる。このように、静電容量C(x)は、（ギャップ長g－変位量x）（xが0の場合は、ギャップ長g）に反比例している。なお、図3に示す静電アクチュエータ120では、空隙は空気で満たされているので、比誘電率 $\epsilon_r = 1$ である。

また、一般に、液滴吐出装置（本実施形態では、インクジェットプリンタ1）の解像度が高まるにつれて、吐出されるインク滴（インクドット）が微小化されるので、この静電アクチュエータ120は、高密度化、小型化される。それによって、インクジェットヘッド100の振動板121の表面積Sが小さくなり、小さな静電アクチュエータ120が構成される。さらに、インク滴吐出による残留振動によって変化する静電アクチュエータ120のギャップ長gは、初期ギャップ $g_0$ の1割程度となるため、式(4)から分かるように、静電アクチュエータ120の静電容量の変化量は非常に小さな値となる。

この静電アクチュエータ120の静電容量の変化量（残留振動の振動パターンに

より異なる)を検出するために、以下のような方法、すなわち、静電アクチュエータ120の静電容量に基づいた図18のような発振回路を構成し、発振された信号に基づいて残留振動の周波数(周期)を解析する方法を用いる。図18に示す発振回路11は、静電アクチュエータ120から構成されるコンデンサ(C)と、シュミットトリガインバータ111と、抵抗素子(R)112とから構成される。

シュミットトリガインバータ111の出力信号がHighレベルの場合、抵抗素子112を介してコンデンサCを充電する。コンデンサCの充電電圧(振動板121とセグメント電極122との間の電位差)が、シュミットトリガインバータ111の入カスレッシュヨルド電圧 $V_T+$ に達すると、シュミットトリガインバータ111の出力信号がLowレベルに反転する。そして、シュミットトリガインバータ111の出力信号がLowレベルとなると、抵抗素子112を介してコンデンサCに充電されていた電荷が放電される。この放電によりコンデンサCの電圧がシュミットトリガインバータ111の入カスレッシュヨルド電圧 $V_T-$ に達すると、シュミットトリガインバータ111の出力信号が再びHighレベルに反転する。以降、この発振動作が繰り返される。

ここで、上述のそれぞれの現象(気泡混入、乾燥、紙粉付着、及び正常吐出)におけるコンデンサCの静電容量の時間変化を検出するためには、この発振回路11による発振周波数は、残留振動の周波数が最も高い気泡混入時(図10参照)の周波数を検出することができる発振周波数に設定される必要がある。そのため、発振回路11の発振周波数は、例えば、検出する残留振動の周波数の数倍から数十倍以上、すなわち、気泡混入時の周波数よりおよそ1桁以上高い周波数となるようにしなければならない。この場合、好ましくは、気泡混入時の残留振動の周波数が正常吐出の場合と比較して高い周波数を示すため、気泡混入時の残留振動周波数が検知可能な発振周波数に設定するとよい。そうしなければ、吐出異常の現象に対して正確な残留振動の周波数を検出することができない。そのため、本実施形態では、発振周波数に応じて、発振回路11のCRの時定数を設定している。このように、発振回路11の発振周波数を高く設定することにより、この発振周波数の微小変化に

基づいて、より正確な残留振動波形を検出することができる。

なお、発振回路 1 1 から出力される発振信号の発振周波数の周期（パルス）毎に、測定用のカウントパルス（カウンタ）を用いてそのパルスをカウントし、初期ギャップ  $g_0$  におけるコンデンサ C の静電容量で発振させた場合の発振周波数のパルスのカウント量を測定したカウント量から減算することにより、残留振動波形について発振周波数毎のデジタル情報が得られる。これらのデジタル情報に基づいて、デジタル／アナログ（D／A）変換を行うことにより、概略的な残留振動波形が生成され得る。このような方法を用いてもよいが、測定用のカウントパルス（カウンタ）には、発振周波数の微小変化を測定することができる高い周波数（高解像度）のものが必要となる。このようなカウントパルス（カウンタ）は、コストをアップさせるため、本発明の吐出異常検出手段 1 0 では、図 1 9 に示す F／V 変換回路 1 2 を用いている。

図 1 9 は、図 1 6 に示す吐出異常検出手段 1 0 の F／V 変換回路 1 2 の回路図である。この図 1 9 に示すように、F／V 変換回路 1 2 は、3 つのスイッチ SW 1、SW 2、SW 3 と、2 つのコンデンサ C 1、C 2 と、抵抗素子 R 1 と、定電流  $I_s$  を出力する定電流源 1 3 と、バッファ 1 4 とから構成される。この F／V 変換回路 1 2 の動作を図 2 0 のタイミングチャート及び図 2 1 のグラフを用いて説明する。

まず、図 2 0 のタイミングチャートに示す充電信号、ホールド信号及びクリア信号の生成方法について説明する。充電信号は、発振回路 1 1 の発振パルスの立ち上がりエッジから固定時間  $t_r$  を設定し、その固定時間  $t_r$  の間 High レベルとなるようにして生成される。ホールド信号は、充電信号の立ち上がりエッジに同期して立ち上がり、所定の固定時間だけ High レベルに保持され、Low レベルに立ち下がるようにして生成される。クリア信号は、ホールド信号の立ち下がりエッジに同期して立ち上がり、所定の固定時間だけ High レベルに保持され、Low レベルに立ち下がるようにして生成される。なお、後述するように、コンデンサ C 1 からコンデンサ C 2 への電荷の移動及びコンデンサ C 1 の放電は瞬時に行われるので、ホールド信号及びクリア信号のパルスは、発振回路 1 1 の出力信号の次の立ち

上がりエッジまでにそれぞれ1つのパルスが含まれればよく、上記のような立ち上がりエッジ、立ち下がりエッジに限定されない。

きれいな残留振動の波形（電圧波形）を得るために、図21を参照して、固定時間  $t_r$  及び  $t_1$  の設定方法を説明する。固定時間  $t_r$  は、静電アクチュエータ120が初期ギャップ長  $g_0$  のときにおける静電容量  $C$  で発振した発振パルスの周期から調整され、充電時間  $t_1$  による充電電位が  $C_1$  の充電範囲のおよそ  $1/2$  付近となるように設定される。また、ギャップ長  $g$  が最大 ( $Max$ ) の位置における充電時間  $t_2$  から最小 ( $Min$ ) の位置における充電時間  $t_3$  の間で、コンデンサ  $C_1$  の充電範囲を超えないように充電電位の傾きが設定される。すなわち、充電電位の傾きは、 $dV/dt = I_s / C_1$  によって決定されるため、定電流源13の出力定電流  $I_s$  を適当な値に設定すればよい。この定電流源13の出力定電流  $I_s$  をその範囲内でできるだけ高く設定することによって、静電アクチュエータ120によって構成されるコンデンサの微小な静電容量の変化を高感度で検出することができ、静電アクチュエータ120の振動板121の微小な変化を検出することが可能となる。

次いで、図22を参照して、図16に示す波形整形回路15の構成を説明する。図22は、図16の波形整形回路15の回路構成を示す回路図である。この波形整形回路15は、残留振動波形を矩形波として判定手段20に出力するものである。この図22に示すように、波形整形回路15は、2つのコンデンサ  $C_3$  (DC成分除去手段)、 $C_4$  と、2つの抵抗素子  $R_2$ 、 $R_3$  と、2つの直流電圧源  $V_{ref1}$ 、 $V_{ref2}$  と、増幅器（オペアンプ）151と、比較器（コンパレータ）152とから構成される。なお、残留振動波形の波形整形処理において、検出される波高値をそのまま出力して、残留振動波形の振幅を計測するように構成してもよい。

F/V変換回路12のバッファ14の出力には、静電アクチュエータ120の初期ギャップ  $g_0$  に基づくDC成分（直流成分）の静電容量成分が含まれている。この直流成分は各インクジェットヘッド100によりばらつきがあるため、コンデンサ  $C_3$  は、この静電容量の直流成分を除去するものである。そして、コンデンサ  $C$

3は、バッファ14の出力信号におけるDC成分を除去し、残留振動のAC成分のみをオペアンプ151の反転入力端子に出力する。

オペアンプ151は、直流成分が除去されたF/V変換回路12のバッファ14の出力信号を反転増幅するとともに、その出力信号の高域を除去するためのローパスフィルタを構成している。なお、このオペアンプ151は、単電源回路を想定している。オペアンプ151は、2つの抵抗素子R2、R3による反転増幅器を構成し、入力された残留振動（交流成分）は、 $-R3/R2$ 倍に振幅される。

また、オペアンプ151の単電源動作のために、その非反転入力端子に接続された直流電圧源Vref1によって設定された電位を中心に振動する、増幅された振動板121の残留振動波形が出力される。ここで、直流電圧源Vref1は、オペアンプ151が単電源で動作可能な電圧範囲の1/2程度に設定されている。さらに、このオペアンプ151は、2つのコンデンサC3、C4により、カットオフ周波数 $1/(2\pi \times C4 \times R3)$ となるローパスフィルタを構成している。そして、直流成分を除去された後に増幅された振動板121の残留振動波形は、図20のタイミングチャートに示すように、次段の比較器（コンパレータ）152でもう一つの直流電圧源Vref2の電位と比較され、その比較結果が矩形波として波形整形回路15から出力される。なお、直流電圧源Vref2は、もう一つの直流電圧源Vref1を共用してもよい。

次に、図20に示すタイミングチャートを参照して、図19のF/V変換回路12及び波形整形回路15の動作を説明する。上述のように生成された充電信号、クリア信号及びホールド信号に基づいて、図19に示すF/V変換回路12は動作する。図20のタイミングチャートにおいて、静電アクチュエータ120の駆動信号がヘッドドライバ33を介してヘッドユニット35のインクジェットヘッド100に入力されると、図6（b）に示すように、静電アクチュエータ120の振動板121がセグメント電極122側に引きつけられ、この駆動信号の立ち下がりエッジに同期して、図6中上方に向けて急激に収縮する（図6（c）参照）。

この駆動信号の立ち下がりエッジに同期して、駆動回路18と吐出異常検出手段

10とを切り替える駆動／検出切替信号がHighレベルとなる。この駆動／検出切替信号は、対応するインクジェットヘッド100の駆動休止期間中、Highレベルに保持され、次の駆動信号が入力される前に、Lowレベルになる。この駆動／検出切替信号がHighレベルの間、図18の発振回路11は、静電アクチュエータ120の振動板121の残留振動に対応して発振周波数を変えながら発振している。

上述のように、駆動信号の立ち下がりエッジ、すなわち、発振回路11の出力信号の立ち上がりエッジから、残留振動の波形がコンデンサC1に充電可能な範囲を超えないように予め設定された固定時間 $t_r$ だけ経過するまで、充電信号は、Highレベルに保持される。なお、充電信号がHighレベルである間、スイッチSW1はオフの状態である。

固定時間 $t_r$ が経過し、充電信号がLowレベルになると、その充電信号の立ち下がりエッジに同期して、スイッチSW1がオンされる（図19参照）。そして、定電流源13とコンデンサC1とが接続され、コンデンサC1は、上述のように、傾き $I_s/C1$ で充電される。充電信号がLowレベルである期間、すなわち、発振回路11の出力信号の次のパルスの立ち上がりエッジに同期してHighレベルになるまでの間、コンデンサC1は充電される。

充電信号がHighレベルになると、スイッチSW1はオフ（オープン）となり、定電流源13とコンデンサC1は切り離される。このとき、コンデンサC1には、充電信号がLowレベルの期間 $t_1$ の間に充電された電位（すなわち、理想的には $I_s \times t_1 / C1$ （V））が保存されている。この状態で、ホールド信号がHighレベルになると、スイッチSW2がオンされ（図19参照）、コンデンサC1とコンデンサC2が、抵抗素子R1を介して接続される。スイッチSW2の接続後、2つのコンデンサC1、C2の充電電位差によって互いに充放電が行われ、2つのコンデンサC1、C2の電位差が概ね等しくなるように、コンデンサC1からコンデンサC2に電荷が移動する。

ここで、コンデンサC1の静電容量に対してコンデンサC2の静電容量は、約1



／10以下程度に設定されている。そのため、2つのコンデンサC1、C2間の電位差によって生じる充放電で移動する（使用される）電荷量は、コンデンサC1に充電されている電荷の1／10以下となる。したがって、コンデンサC1からコンデンサC2へ電荷が移動した後においても、コンデンサC1の電位差は、それほど変化しない（それほど下がらない）。なお、図19のF／V変換回路12では、コンデンサC2に充電されるときF／V変換回路12の配線のインダクタンス等により充電電位が急激に跳ね上がらないようにするために、抵抗素子R1とコンデンサC2により一次のローパスフィルタを構成している。

コンデンサC2にコンデンサC1の充電電位と概ね等しい充電電位が保持された後、ホールド信号がLowレベルとなり、コンデンサC1はコンデンサC2から切り離される。さらに、クリア信号がHighレベルとなり、スイッチSW3がオンすることにより、コンデンサC1がグラウンドGNDに接続され、コンデンサC1に充電されていた電荷が0となるように放電動作が行なわれる。コンデンサC1の放電後、クリア信号はLowレベルとなり、スイッチSW3がオフすることにより、コンデンサC1の図19中上部の電極がグラウンドGNDから切り離され、次の充電信号が入力されるまで、すなわち、充電信号がLowレベルになるまで待機している。

コンデンサC2に保持されている電位は、充電信号の立ち上がりのタイミング毎、すなわち、コンデンサC2への充電完了のタイミング毎に更新され、バッファ14を介して振動板121の残留振動波形として図22の波形整形回路15に出力される。したがって、発振回路11の発振周波数が高くなるように静電アクチュエータ120の静電容量（この場合、残留振動による静電容量の変動幅も考慮しなければならない）と抵抗素子112の抵抗値を設定すれば、図20のタイミングチャートに示すコンデンサC2の電位（バッファ14の出力）の各ステップ（段差）がより詳細になるので、振動板121の残留振動による静電容量の時間的な変化をより詳細に検出することが可能となる。

以下同様に、充電信号がLowレベル→Highレベル→Lowレベル・・・と

繰り返す、上記所定のタイミングでコンデンサC 2に保持されている電位がバッファ1 4を介して波形整形回路1 5に出力される。波形整形回路1 5では、バッファ1 4から入力された電圧信号（図2 0のタイミングチャートにおいて、コンデンサC 2の電位）の直流成分がコンデンサC 3によって除去され、抵抗素子R 2を介してオペアンプ1 5 1の反転入力端子に入力される。入力された残留振動の交流（A C）成分は、このオペアンプ1 5 1によって反転増幅され、コンパレータ1 5 2の一方の入力端子に出力される。コンパレータ1 5 2は、予め直流電圧源V r e f 2によって設定されている電位（基準電圧）と、残留振動波形（交流成分）の電位とを比較し、矩形波を出力する（図2 0のタイミングチャートにおける比較回路の出力）。

次に、インクジェットヘッド1 0 0のインク滴吐出動作（駆動）と吐出異常検出動作（駆動休止）との切り替えタイミングについて説明する。図2 3は、駆動回路1 8と吐出異常検出手段1 0との切替手段2 3の概略を示すブロック図である。なお、この図2 3では、図1 6に示すヘッドドライバ3 3内の駆動回路1 8をインクジェットヘッド1 0 0の駆動回路として説明する。図2 0のタイミングチャートでも示したように、本発明の吐出異常検出・判定処理は、インクジェットヘッド1 0 0の駆動信号と駆動信号の間、すなわち、駆動休止期間に実行されている。

図2 3において、静電アクチュエータ1 2 0を駆動するために、切替手段2 3は、最初は駆動回路1 8側に接続されている。上述のように、駆動回路1 8から駆動信号（電圧信号）が振動板1 2 1に入力されると、静電アクチュエータ1 2 0が駆動し、振動板1 2 1は、セグメント電極1 2 2側に引きつけられ、印加電圧が0になるとセグメント電極1 2 2から離れる方向に急激に変位して振動（残留振動）を開始する。このとき、インクジェットヘッド1 0 0のノズル1 1 0からインク滴が吐出される。

駆動信号のパルスが立ち下がると、その立ち下がりエッジに同期して駆動／検出切替信号（図2 0のタイミングチャート参照）が切替手段2 3に入力され、切替手段2 3は、駆動回路1 8から吐出異常検出手段（検出回路）1 0側に切り替えられ

、静電アクチュエータ 1 2 0（発振回路 1 1 のコンデンサとして利用）は吐出異常検出手段 1 0 と接続される。

そして、吐出異常検出手段 1 0 は、上述のような吐出異常（ドット抜け）の検出・判定処理を実行し、波形整形回路 1 5 の比較器 1 5 2 から出力される振動板 1 2 1 の残留振動波形データ（矩形波データ）を計測手段 1 7 によって残留振動波形の周期や振幅などに数値化する。本実施形態では、計測手段 1 7 は、残留振動波形データから特定の振動周期を測定し、その計測結果（数値）を判定手段 2 0 に出力する。

具体的には、計測手段 1 7 は、比較器 1 5 2 の出力信号の波形（矩形波）の最初の立ち上がりエッジから次の立ち上がりエッジまでの時間（残留振動の周期）を計測するために、図示しないカウンタを用いて基準信号（所定の周波数）のパルスのカウントし、そのカウント値から残留振動の周期（特定の振動周期）を計測する。なお、計測手段 1 7 は、最初の立ち上がりエッジから次の立ち下がりエッジまでの時間を計測し、その計測された時間の 2 倍の時間を残留振動の周期として判定手段 2 0 に出力してもよい。以下、このようにして得られた残留振動の周期を  $T_w$  とする。

判定手段 2 0 は、計測手段 1 7 によって計測された残留振動波形の特定の振動周期など（計測結果）に基づいて、ノズルの吐出異常の有無、吐出異常の原因、比較偏差量などを判定し、その判定結果を制御部 6 に出力する。制御部 6 は、EEPROM（記憶手段）6 2 の所定の格納領域にこの判定結果を保存する。そして、駆動回路 1 8 からの次の駆動信号が入力されるタイミングで、駆動／検出切替信号が切替手段 2 3 に再び入力され、駆動回路 1 8 と静電アクチュエータ 1 2 0 とを接続する。駆動回路 1 8 は、一旦駆動電圧を印加するとグラウンド（GND）レベルを維持するので、切替手段 2 3 によって上記のような切り替えを行っている（図 2 0 のタイミングチャート参照）。これにより、駆動回路 1 8 からの外乱などに影響されることなく、静電アクチュエータ 1 2 0 の振動板 1 2 1 の残留振動波形を正確に検出することができる。

5      なお、本発明では、残留振動波形データは、比較器 1 5 2 により矩形波化したものに限定されない。例えば、オペアンプ 1 5 1 から出力された残留振動振幅データは、比較器 1 5 2 により比較処理を行うことなく、A/D変換を行う計測手段 1 7 によって随時数値化され、その数値化されたデータに基づいて、判定手段 2 0 により吐出異常の有無などを判定し、この判定結果を記憶手段 6 2 に記憶するように構成してもよい。

10     また、ノズル 1 1 0 のメニスカス（ノズル 1 1 0 内インクが大気と接する面）は、振動板 1 2 1 の残留振動に同期して振動するため、インクジェットヘッド 1 0 0 は、インク滴の吐出動作後、このメニスカスの残留振動が音響抵抗  $r$  によって概ね決まった時間で減衰するのを待ってから（所定の時間待機して）、次の吐出動作を行っている。本発明では、この待機時間を有効に利用して振動板 1 2 1 の残留振動を検出しているので、インクジェットヘッド 1 0 0 の駆動に影響しない吐出異常検出を行うことができる。すなわち、インクジェットプリンタ 1（液滴吐出装置）のスループットを低下させることなく、インクジェットヘッド 1 0 0 のノズル 1 1 0  
15     の吐出異常検出・判定処理を実行することができる。

20     上述のように、インクジェットヘッド 1 0 0 のキャビティ 1 4 1 内に気泡が混入した場合には、正常吐出時の振動板 1 2 1 の残留振動波形に比べて、周波数が高くなるので、その周期は逆に正常吐出時の残留振動の周期よりも短くなる。また、ノズル 1 1 0 付近のインクが乾燥により増粘、固着した場合には、残留振動が過減衰となり、正常吐出時の残留振動波形に比べて、周波数が相当低くなるので、その周期は正常吐出時の残留振動の周期よりもかなり長くなる。また、ノズル 1 1 0 の出口付近に紙粉が付着した場合には、残留振動の周波数は、正常吐出時の残留振動の周波数よりも低く、しかし、インクの乾燥時の残留振動の周波数よりも高くなるので、その周期は、正常吐出時の残留振動の周期よりも長く、インク乾燥時の残留振  
25     動の周期よりも短くなる。

したがって、正常吐出時の残留振動の周期として、所定の範囲  $T_r$  を設け、また、ノズル 1 1 0 出口に紙粉が付着した場合における残留振動の周期と、ノズル 1 1

0の出口付近でインクが乾燥した場合における残留振動の周期とを区別するために、所定のしきい値（所定の閾値） $T_1$ を設定することにより、このようなインクジェットヘッド100の吐出異常の原因を決定することができる。判定手段20は、上記吐出異常検出・判定処理によって検出された残留振動波形の周期 $T_w$ が所定の範囲の周期であるか否か、また、所定のしきい値よりも長いかな否かを判定し、それによって、吐出異常の原因を判定する。

次に、本発明の液滴吐出装置の動作を、上述のインクジェットプリンタ1の構成に基づいて説明する。まず、1つのインクジェットヘッド100のノズル110に対する吐出異常検出・判定処理（駆動／検出切替処理を含む）について説明する。

図24は、本発明の吐出異常検出・判定処理を示すフローチャートである。印刷される印字データ（フラッシング動作における吐出データでもよい）がホストコンピュータ8からインターフェース（IF）9を介して制御部6に入力されると、所定のタイミングでこの吐出異常検出・判定処理が実行される。なお、説明の都合上、この図24に示すフローチャートでは、1つのインクジェットヘッド100、すなわち、1つのノズル110の吐出動作に対応する吐出異常検出・判定処理を示す。

まず、印字データ（吐出データ）に対応する駆動信号がヘッドドライバ33の駆動回路18から入力され、それにより、図20のタイミングチャートに示すような駆動信号のタイミングに基づいて、静電アクチュエータ120の両電極間に駆動信号（電圧信号）が印加される（ステップS101）。そして、制御部6は、駆動／検出切替信号に基づいて、吐出したインクジェットヘッド100が駆動休止期間であるか否かを判断する（ステップS102）。ここで、駆動／検出切替信号は、駆動信号の立ち下がりエッジに同期してHighレベルとなり（図20参照）、制御部6から切替手段23に入力される。

駆動／検出切替信号が切替手段23に入力されると、切替手段23によって、静電アクチュエータ120、すなわち、発振回路11を構成するコンデンサは、駆動回路18から切り離され、吐出異常検出手段10（検出回路）側、すなわち、残留振動検出手段16の発振回路11に接続される（ステップS103）。そして、後

述する残留振動検出処理を実行し（ステップS 1 0 4）、計測手段1 7は、この残留振動検出処理において検出された残留振動波形データから所定の数値を計測する（ステップS 1 0 5）。ここでは、上述のように、計測手段1 7は、残留振動波形データからその残留振動の周期を計測する。

- 5      次いで、判定手段2 0によって、計測手段の計測結果に基づいて、後述する吐出異常判定処理が実行され（ステップS 1 0 6）、その判定結果を制御部6のEEPROM（記憶手段）6 2の所定の格納領域に保存する（ステップS 1 0 7）。そして、ステップS 1 0 8においてインクジェットヘッド1 0 0が駆動期間であるか否かが判断される。すなわち、駆動休止期間が終了して、次の駆動信号が入力されたか否かが判断され、次の駆動信号が入力されるまで、このステップS 1 0 8で待機している。

10      次の駆動信号のパルスが入力されるタイミングで、駆動信号の立ち上がりエッジに同期して駆動／検出切替信号がLowレベルになると（ステップS 1 0 8で「yes」）、切替手段2 3は、静電アクチュエータ1 2 0との接続を、吐出異常検出手段（検出回路）1 0から駆動回路1 8に切り替えて（ステップS 1 0 9）、この吐出異常検出・判定処理を終了する。

20      なお、図2 4に示すフローチャートでは、計測手段1 7が残留振動検出処理（残留振動検出手段1 6）によって検出された残留振動波形から周期を計測する場合について示したが、本発明はこのような場合に限定されず、例えば、計測手段1 7は、残留振動検出処理において検出された残留振動波形データから、残留振動波形の位相差や振幅などの計測を行ってもよい。

25      次に、図2 4に示すフローチャートのステップS 1 0 4における残留振動検出処理（サブルーチン）について説明する。図2 5は、本発明の残留振動検出処理を示すフローチャートである。上述のように、切替手段2 3によって、静電アクチュエータ1 2 0と発振回路1 1とを接続すると（図2 4のステップS 1 0 3）、発振回路1 1は、CR発振回路を構成し、静電アクチュエータ1 2 0の静電容量の変化（静電アクチュエータ1 2 0の振動板1 2 1の残留振動）に基づいて、発振する（ス

テップS 2 0 1)。

上述のタイミングチャートなどに示すように、発振回路 1 1 の出力信号（パルス信号）に基づいて、F/V変換回路 1 2 において、充電信号、ホールド信号及びクリア信号が生成され、これらの信号に基づいてF/V変換回路 1 2 によって発振回路 1 1 の出力信号の周波数から電圧に変換するF/V変換処理が行われ（ステップ S 2 0 2）、F/V変換回路 1 2 から振動板 1 2 1 の残留振動波形データが出力される。F/V変換回路 1 2 から出力された残留振動波形データは、波形整形回路 1 5 のコンデンサC 3 により、DC成分（直流成分）が除去され（ステップS 2 0 3）、オペアンプ 1 5 1 により、DC成分が除去された残留振動波形（AC成分）が増幅される（ステップS 2 0 4）。

増幅後の残留振動波形データは、所定の処理により波形整形され、パルス化される（ステップS 2 0 5）。すなわち、本実施形態では、比較器 1 5 2 において、直流電圧源V r e f 2 によって設定された電圧値（所定の電圧値）とオペアンプ 1 5 1 の出力電圧とが比較される。比較器 1 5 2 は、この比較結果に基づいて、2 値化された波形（矩形波）を出力する。この比較器 1 5 2 の出力信号は、残留振動検出手段 1 6 の出力信号であり、吐出異常判定処理を行うために、計測手段 1 7 に出力され、この残留振動検出処理が終了する。

次に、図 2 4 に示すフローチャートのステップS 1 0 6 における吐出異常判定処理（サブルーチン）について説明する。図 2 6 は、本発明の制御部 6 及び判定手段 2 0 によって実行される吐出異常判定処理を示すフローチャートである。判定手段 2 0 は、上述の計測手段 1 7 によって計測された周期などの計測データ（計測結果）に基づいて、該当するインクジェットヘッド 1 0 0 からインク滴が正常に吐出したか否か、正常に吐出していない場合、すなわち、吐出異常の場合にはその原因が何かを判定する。

まず、制御部 6 は、EEPROM 6 2 に保存されている残留振動の周期の所定の範囲T r 及び残留振動の周期の所定のしきい値T 1 を判定手段 2 0 に出力する。残留振動の周期の所定の範囲T r は、正常吐出時の残留振動周期に対して、正常と判

定できる許容範囲を持たせたものである。これらのデータは、判定手段20の図示しないメモリに格納され、以下の処理が実行される。

図24のステップS105において計測手段17によって計測された計測結果が判定手段20に入力される（ステップS301）。ここで、本実施形態では、計測結果は、振動板121の残留振動の周期 $T_w$ である。

ステップS302において、判定手段20は、残留振動の周期 $T_w$ が存在するかどうか、すなわち、吐出異常検出手段10によって残留振動波形データが得られなかったか否かを判定する。残留振動の周期 $T_w$ が存在しないと判定された場合には、判定手段20は、そのインクジェットヘッド100のノズル110は吐出異常検出・判定処理においてインク滴を吐出していない未吐出ノズルであると判定する（ステップS306）。また、残留振動波形データが存在すると判定された場合には、続いて、ステップS303において、判定手段20は、その周期 $T_w$ が正常吐出時の周期と認められる所定の範囲 $T_r$ 内にあるかどうかを判定する。

残留振動の周期 $T_w$ が所定の範囲 $T_r$ 内にあると判定された場合には、対応するインクジェットヘッド100からインク滴が正常に吐出されたことを意味し、判定手段20は、そのインクジェットヘッド100のノズル110は正常にインク滴と吐出した（正常吐出）と判定する（ステップS307）。また、残留振動の周期 $T_w$ が所定の範囲 $T_r$ 内にないと判定された場合には、続いて、ステップS304において、判定手段20は、残留振動の周期 $T_w$ が所定の範囲 $T_r$ よりも短いかどうかを判定する。

残留振動の周期 $T_w$ が所定の範囲 $T_r$ よりも短いと判定された場合には、残留振動の周波数が高いことを意味し、上述のように、インクジェットヘッド100のキャビティ141内に気泡が混入しているものと考えられ、判定手段20は、そのインクジェットヘッド100のキャビティ141に気泡が混入しているもの（気泡混入）と判定する（ステップS308）。

また、残留振動の周期 $T_w$ が所定の範囲 $T_r$ よりも長いと判定された場合には、続いて、判定手段20は、残留振動の周期 $T_w$ が所定のしきい値 $T_1$ よりも長いか



否かを判定する（ステップS 3 0 5）。残留振動の周期 $T_w$ が所定のしきい値 $T_1$ よりも長いと判定された場合には、残留振動が過減衰であると考えられ、判定手段20は、そのインクジェットヘッド100のノズル110付近のインクが乾燥により増粘しているもの（乾燥）と判定する（ステップS 3 0 9）。

- 5       そして、ステップS 3 0 5において、残留振動の周期 $T_w$ が所定のしきい値 $T_1$ よりも短いと判定された場合には、この残留振動の周期 $T_w$ は、 $T_r < T_w < T_1$ を満たす範囲の値であり、上述のように、乾燥よりも周波数が高いノズル110の出口付近への紙粉付着であると考えられ、判定手段20は、そのインクジェットヘッド100のノズル110出口付近に紙粉が付着しているもの（紙粉付着）と判定する（ステップS 3 1 0）。

10       このように、判定手段20によって、対象となるインクジェットヘッド100の正常吐出あるいは吐出異常の原因などが判定されると（ステップS 3 0 6～S 3 1 0）、その判定結果は、制御部6に出力され、この吐出異常判定処理を終了する。

- 15       次に、複数のインクジェットヘッド（液滴吐出ヘッド）100、すなわち、複数のノズル110を有するヘッドユニット35を備えるインクジェットプリンタ1を想定し（本実施形態では、ヘッドユニット35は、5つのインクジェットヘッド100a～100e（すなわち、5つのノズル110）を備えているが、印字手段3が備えるヘッドユニット35の数量や、各ヘッドユニット35が備えるインクジェットヘッド100（ノズル110）の数量は、これに限定されず、いくつであってもよい）、そのインクジェットプリンタ1における各色のインクに対応する複数の吐出選択手段（ノズルセクタ）182と、各インクジェットヘッド100の吐出異常検出・判定のタイミングについて説明する。図27～図30は、複数の吐出選択手段182を備えるインクジェットプリンタ1における吐出異常検出・判定タイ
- 20       ミングのいくつかの例を示すブロック図である。以下、各図の構成例を順次説明する。
- 25       る。

図27は、複数のインクジェットヘッド100の吐出異常検出のタイミングの一例（吐出異常検出手段10が1つの場合）である。この図27に示すように、複数

のインクジェットヘッド100a～100eを有するインクジェットプリンタ1は、駆動波形を生成する駆動波形生成手段181と、いずれのノズル110からインク滴を吐出するかを選択することができる吐出選択手段182と、この吐出選択手段182によって選択され、駆動波形生成手段181によって駆動される複数のインクジェットヘッド100a～100eとを備えている。なお、図27の構成では、上記以外の構成は図2、図16及び図23に示したものと同様であるため、その説明を省略する。

なお、本実施形態では、駆動波形生成手段181及び吐出選択手段182は、ヘッドドライバ33の駆動回路18に含まれるものとして説明するが（図27では、切替手段23を介して2つのブロックとして示しているが、一般的には、いずれもヘッドドライバ33内に構成される）、本発明はこの構成に限定されず、例えば、駆動波形生成手段181は、ヘッドドライバ33とは独立した構成としてもよい。

この図27に示すように、吐出選択手段182は、シフトレジスタ182aと、ラッチ回路182bと、ドライバ182cとを備えている。シフトレジスタ182aには、図2に示すホストコンピュータ8から出力され、制御部6において所定の処理をされた印字データ（吐出データ）と、クロック信号（CLK）が順次入力される。この印字データは、クロック信号（CLK）の入力パルスに応じて（クロック信号の入力の度に）シフトレジスタ182aの初段から順次後段側にシフトして入力され、各インクジェットヘッド100a～100eに対応する印字データとしてラッチ回路182bに出力される。なお、後述する吐出異常検出・判定処理では、印字データではなくフラッシング（予備吐出）時の吐出データが入力されるが、この吐出データとは、すべてのインクジェットヘッド100a～100eに対する印字データを意味している。なお、フラッシング時は、ラッチ回路182bのすべての出力が吐出となる値に設定されるようにハード的に処理をしてもよい。

ラッチ回路182bは、ヘッドユニット35のノズル110の数、すなわち、インクジェットヘッド100の数に対応する印字データがシフトレジスタ182aに格納された後、入力されるラッチ信号によってシフトレジスタ182aの各出力信

号をラッチする。ここで、CLEAR信号が入力された場合には、ラッチ状態が解除され、ラッチされていたシフトレジスタ182aの出力信号は0（ラッチの出力停止）となり、印字動作は停止される。CLEAR信号が入力されていない場合には、ラッチされたシフトレジスタ182aの印字データがドライバ182cに出力  
5 される。シフトレジスタ182aから出力される印字データがラッチ回路182bによってラッチされた後、次の印字データをシフトレジスタ182aに入力し、印字タイミングに合わせてラッチ回路182bのラッチ信号を順次更新している。

ドライバ182cは、駆動波形生成手段181と各インクジェットヘッド100の静電アクチュエータ120とを接続するものであり、ラッチ回路182bから出  
10 力されるラッチ信号で指定（特定）された各静電アクチュエータ120（インクジェットヘッド100a～100eのいずれかあるいはすべての静電アクチュエータ120）に駆動波形生成手段181の出力信号（駆動信号）を入力し、それによって、その駆動信号（電圧信号）が静電アクチュエータ120の両電極間に印加される。

この図27に示すインクジェットプリンタ1は、複数のインクジェットヘッド1  
15 00a～100eを駆動する1つの駆動波形生成手段181と、各インクジェットヘッド100a～100eのいずれかのインクジェットヘッド100に対して吐出異常（インク滴不吐出）を検出する吐出異常検出手段10と、この吐出異常検出手段10によって得られた吐出異常の原因などの判定結果を保存（格納）する記憶手  
20 段62と、駆動波形生成手段181と吐出異常検出手段10とを切り替える1つの切替手段23とを備えている。したがって、このインクジェットプリンタ1は、駆動波形生成手段181から入力される駆動信号に基づいて、ドライバ182cによって選択された1つ又は複数のインクジェットヘッド100を駆動し、駆動／検出切替信号が吐出駆動動作後に切替手段23に入力されることによって、切替手段2  
25 3が駆動波形生成手段181から吐出異常検出手段10にインクジェットヘッド100の静電アクチュエータ120との接続を切り替えた後、振動板121の残留振動波形に基づいて、吐出異常検出手段10によって、そのインクジェットヘッド1

00のノズル110における吐出異常（インク滴不吐出）を検出し、吐出異常の場合にはその原因を判定するものである。

そして、このインクジェットプリンタ1は、1つのインクジェットヘッド100のノズル110について吐出異常を検出・判定すると、次に駆動波形生成手段181から入力される駆動信号に基づいて、次に指定されたインクジェットヘッド100のノズル110について吐出異常を検出・判定し、以下同様に、駆動波形生成手段181の出力信号によって駆動されるインクジェットヘッド100のノズル110についての吐出異常を順次検出・判定する。そして、上述のように、残留振動検出手段16が振動板121の残留振動波形を検出すると、計測手段17がその波形データに基づいて残留振動波形の周期などを計測し、判定手段20が、計測手段17の計測結果に基づいて、正常吐出か吐出異常か、及び、吐出異常（ヘッド異常）の場合には吐出異常の原因を判定して、記憶手段62にその判定結果を出力する。

このように、この図27に示すインクジェットプリンタ1では、複数のインクジェットヘッド100a～100eの各ノズル110についてインク滴吐出駆動動作の際に順次吐出異常を検出・判定する構成としているので、吐出異常検出手段10と切替手段23とを1つずつ備えるだけでよく、吐出異常を検出・判定可能なインクジェットプリンタ1の回路構成をスケールダウンできるとともに、その製造コストの増加を防止することができる。

図28は、複数のインクジェットヘッド100の吐出異常検出のタイミングの一例（吐出異常検出手段10の数がインクジェットヘッド100の数と同じ場合）である。この図28に示すインクジェットプリンタ1は、1つの吐出選択手段182と、5つの吐出異常検出手段10a～10eと、5つの切替手段23a～23eと、5つのインクジェットヘッド100a～100eに共通の1つの駆動波形生成手段181と、1つの記憶手段62とを備えている。なお、各構成要素は、図27の説明において既に上述しているので、その説明を省略し、これらの接続について説明する。

図27に示す場合と同様に、吐出選択手段182は、ホストコンピュータ8から

入力される印字データ（吐出データ）とクロック信号CLKに基づいて、各インク  
ジェットヘッド100a～100eに対応する印字データをラッチ回路182bに  
ラッチし、駆動波形生成手段181からドライバ182cに入力される駆動信号（  
5 電圧信号）に応じて、印字データに対応するインクジェットヘッド100a～10  
0eの静電アクチュエータ120を駆動させる。駆動／検出切替信号は、すべての  
インクジェットヘッド100a～100eに対応する切替手段23a～23eにそ  
れぞれ入力され、切替手段23a～23eは、対応する印字データ（吐出データ）  
の有無にかかわらず、駆動／検出切替信号に基づいて、インクジェットヘッド10  
0の静電アクチュエータ120に駆動信号を入力後、駆動波形生成手段181から  
10 吐出異常検出手段10a～10eにインクジェットヘッド100との接続を切り替  
える。

すべての吐出異常検出手段10a～10eにより、それぞれのインクジェットヘ  
ッド100a～100eの吐出異常を検出・判定した後、その吐出異常検出・判定  
処理で得られたすべてのインクジェットヘッド100a～100eの判定結果が、  
15 記憶手段62に出力され、記憶手段62は、各インクジェットヘッド100a～1  
00eの吐出異常の有無及び吐出異常の原因を所定の保存領域に格納する。

このように、この図28に示すインクジェットプリンタ1では、複数のインクジ  
ェットヘッド100a～100eの各ノズル110に対応して複数の吐出異常検出  
手段10a～10eを設け、それらに対応する複数の切替手段23a～23eによ  
20 って切替動作を行って、吐出異常検出及びその原因判定を行っているので、一度に  
すべてのノズル110について短時間に吐出異常検出及びその原因判定を行うこと  
ができる。

図29は、複数のインクジェットヘッド100の吐出異常検出のタイミングの一  
例（吐出異常検出手段10の数がインクジェットヘッド100の数と同じであり、  
25 印字データがあるときに吐出異常検出を行う場合）である。この図29に示すイン  
クジェットプリンタ1は、図28に示すインクジェットプリンタ1の構成に、切替  
制御手段19を追加（付加）したものである。本実施形態では、この切替制御手段

19は、複数のAND回路（論理積回路）AND a～AND eから構成され、各インクジェットヘッド100 a～100 eに入力される印字データと、駆動／検出切替信号とが入力されると、対応する切替手段23 a～23 eにHighレベルの出力信号を出力するものである。なお、切替制御手段19はAND回路（論理積回路）に限定されず、駆動するインクジェットヘッド100が選択されるラッチ回路182 bの出力に一致した切替手段23が選択されるように構成されればよい。

各切替手段23 a～23 eは、切替制御手段19のそれぞれ対応するAND回路AND a～AND eの出力信号に基づいて、駆動波形生成手段181からそれぞれ対応する吐出異常検出手段10 a～10 eへ、対応するインクジェットヘッド100 a～100 eの静電アクチュエータ120との接続を切り替える。具体的には、対応するAND回路AND a～AND eの出力信号がHighレベルであるとき、すなわち、駆動／検出切替信号がHighレベルの状態に対応するインクジェットヘッド100 a～100 eに入力される印字データがラッチ回路182 bからドライバ182 cに出力されている場合には、そのAND回路に対応する切替手段23 a～23 eは、対応するインクジェットヘッド100 a～100 eへの接続を、駆動波形生成手段181から吐出異常検出手段10 a～10 eに切り替える。

印字データが入力されたインクジェットヘッド100に対応する吐出異常検出手段10 a～10 eにより、インクジェットヘッド100の吐出異常の有無及び吐出異常の場合にはその原因を検出した後、その吐出異常検出手段10は、その吐出異常検出・判定処理で得られた判定結果を記憶手段62に出力する。記憶手段62は、このように入力された（得られた）1又は複数の判定結果を所定の保存領域に格納する。

このように、この図29に示すインクジェットプリンタ1では、複数のインクジェットヘッド100 a～100 eの各ノズル110に対応して複数の吐出異常検出手段10 a～10 eを設け、それぞれのインクジェットヘッド100 a～100 eに対応する印字データがホストコンピュータ8から制御部6を介して吐出選択手段182に入力されたときに、切替制御手段19によって指定された切替手段23 a

～23eのみが所定の切替動作を行って、インクジェットヘッド100の吐出異常検出及びその原因判定を行っているので、吐出駆動動作をしていないインクジェットヘッド100についてはこの検出・判定処理を行わない。したがって、このインクジェットプリンタ1によって、無駄な検出及び判定処理を回避することができる

5     。

図30は、複数のインクジェットヘッド100の吐出異常検出のタイミングの一例（吐出異常検出手段10の数がインクジェットヘッド100の数と同じであり、各インクジェットヘッド100を巡回して吐出異常検出を行う場合）である。この図30に示すインクジェットプリンタ1は、図29に示すインクジェットプリンタ1の構成において吐出異常検出手段10を1つとし、駆動／検出切替信号を走査する（検出・判定処理を実行するインクジェットヘッド100を1つずつ特定する）切替選択手段19aを追加したものである。

このインクジェットプリンタ1では、検出決定手段により、複数のインクジェットヘッド100a～100eから、所定の順序で順次インクジェットヘッドを選択する選択動作を繰り返し巡回し、インク滴の吐出動作の動作タイミングと、前記インクジェットヘッドの選択タイミングとが一致した時点で、そのタイミングの一致した前記インクジェットヘッドを吐出異常を検出・判定するインクジェットヘッドとして決定するよう構成されている。以下、詳細に説明する。

切替選択手段19aは、図29に示す切替制御手段19に接続されるものであり、制御部6から入力される走査信号（選択信号）に基づいて、複数のインクジェットヘッド100a～100eに対応するAND回路ANDa～ANDeへの駆動／検出切替信号の入力を走査する（選択して切り替える）セクタである。この切替選択手段19aの走査（選択）順は、シフトレジスタ182aに入力される印字データの順、すなわち、複数のインクジェットヘッド100の吐出順であってもよいが、単純に複数のインクジェットヘッド100a～100eの順であってもよい。なお、図30に示す構成では、この切替選択手段19aと切替制御手段19とが、吐出異常検出手段10が複数のインクジェットヘッド100a～100eのノズル

110のいずれのノズル110に対して吐出異常を検出するかを決定する検出決定手段を構成する。

走査順がシフトレジスタ182aに入力される印字データの順である場合、吐出  
選択手段182のシフトレジスタ182aに印字データが入力されると、その印字  
5 データはラッチ回路182bにラッチされ、ラッチ信号の入力によりドライバ18  
2cに出力される。印字データのシフトレジスタ182aへの入力、あるいはラッ  
チ信号のラッチ回路182bへの入力に同期して、印字データに対応するインクジ  
ェットヘッド100を特定するための走査信号が切替選択手段19aに入力され、  
対応するAND回路に駆動／検出切替信号が出力される。なお、切替選択手段19  
10 aの出力端子は、非選択時にはLowレベルを出力する。

その対応するAND回路（切替制御手段19）は、ラッチ回路182bから入力  
された印字データと、切替選択手段19aから入力された駆動／検出切替信号とを  
論理積演算することにより、Highレベルの出力信号に対応する切替手段23に  
出力する。そして、切替制御手段19からHighレベルの出力信号が入力された  
15 切替手段23は、対応するインクジェットヘッド100の静電アクチュエータ12  
0への接続を、駆動波形生成手段181から吐出異常検出手段10に切り替える。

吐出異常検出手段10は、印字データが入力されたインクジェットヘッド100  
の吐出異常を検出し、吐出異常がある場合にはその原因を判定した後、その判定結  
果を記憶手段62に出力する。そして、記憶手段62は、このように入力された（  
20 得られた）判定結果を所定の保存領域に格納する。

また、走査順が単純なインクジェットヘッド100a～100eの順である場合  
、吐出選択手段182のシフトレジスタ182aに印字データが入力されると、そ  
の印字データはラッチ回路182bにラッチされ、ラッチ信号の入力によりドライ  
バ182cに出力される。印字データのシフトレジスタ182aへの入力、あるい  
25 はラッチ信号のラッチ回路182bへの入力に同期して、印字データに対応するイ  
ンクジェットヘッド100を特定するための走査（選択）信号が切替選択手段19  
aに入力され、切替制御手段19の対応するAND回路に駆動／検出切替信号が出



力される。

ここで、切替選択手段 19 a に入力された走査信号により定められたインクジェットヘッド 100 に対する印字データがシフトレジスタ 182 a に入力されたときには、それに対応する AND 回路（切替制御手段 19）の出力信号が High レベルとなり、切替手段 23 は、対応するインクジェットヘッド 100 への接続を、駆動波形生成手段 181 から吐出異常検出手段 10 に切り替える。しかしながら、上記印字データがシフトレジスタ 182 a に入力されないときには、AND 回路の出力信号は Low レベルであり、対応する切替手段 23 は、所定の切替動作を実行しない。したがって、切替選択手段 19 a の選択結果と切替制御手段 19 によって指定された結果との論理積に基づいて、インクジェットヘッド 100 の吐出異常検出・判定処理が行われる。

切替手段 23 によって切替動作が行われた場合には、上記と同様に、吐出異常検出手段 10 は、印字データが入力されたインクジェットヘッド 100 の吐出異常を検出し、吐出異常がある場合にはその原因を判定した後、その判定結果を記憶手段 62 に出力する。そして、記憶手段 62 は、このように入力された（得られた）判定結果を所定の保存領域に格納する。

なお、切替選択手段 19 a で特定されたインクジェットヘッド 100 に対する印字データがないときには、上述のように、対応する切替手段 23 が切替動作を実行しないので、吐出異常検出手段 10 による吐出異常検出・判定処理を実行する必要はないが、そのような処理が実行されてもよい。切替動作が行われずに吐出異常検出・判定処理が実行された場合、吐出異常検出手段 10 の判定手段 20 は、図 26 のフローチャートに示すように、対応するインクジェットヘッド 100 のノズル 110 を未吐出ノズルであると判定し（ステップ S 306）、その判定結果を記憶手段 62 の所定の保存領域に格納する。

このように、この図 30 に示すインクジェットプリンタ 1 では、図 28 又は図 29 に示すインクジェットプリンタ 1 とは異なり、複数のインクジェットヘッド 100 a ~ 100 e の各ノズル 110 に対して 1 つの吐出異常検出手段 10 のみを設け

、それぞれのインクジェットヘッド100a~100eに対応する印字データがホ  
ストコンピュータ8から制御部6を介して吐出選択手段182に入力され、それと  
同時に走査（選択）信号により特定されて、その印字データに応じて吐出駆動動作  
をするインクジェットヘッド100に対応する切替手段23のみが切替動作を行っ  
5 て、対応するインクジェットヘッド100の吐出異常検出及びその原因判定を行っ  
ているので、一度に大量の検出結果を処理することがなく制御部6のCPU61へ  
の負担を軽減することができる。また、吐出異常検出手段10が吐出動作とは別に  
ノズルの状態を巡回しているため、駆動印字中でも1ノズル毎に吐出の異常を把握  
することができ、ヘッドユニット35全体のノズル110の状態を知ることができ  
10 る。これにより、例えば、定期的に吐出異常の検出を行っているために、印刷停止  
中に1ノズル毎に吐出の異常を検出する工程を少なくすることができる。以上から  
、効率的にインクジェットヘッド100の吐出異常検出及びその原因判定を行うこ  
とができる。

また、図28又は図29に示すインクジェットプリンタ1とは異なり、図30に  
15 示すインクジェットプリンタ1は、吐出異常検出手段10を1つのみ備えていれば  
よいので、図28及び図29に示すインクジェットプリンタ1に比べ、インクジェ  
ットプリンタ1の回路構成をスケールダウンすることができるとともに、その製造  
コストの増加を防止することができる。

次に、図27~図30に示すプリンタ1の動作、すなわち、複数のインクジェッ  
20 トヘッド100を備えるインクジェットプリンタ1における吐出異常検出・判定処  
理（主に、検出タイミング）について説明する。本発明の液滴吐出ヘッドの吐出異  
常検出・判定処理（多ノズルにおける処理）は、各インクジェットヘッド100の  
静電アクチュエータ120がインク滴吐出動作を行ったときの振動板121の残留  
振動を検出し、その残留振動の周期に基づいて、該当するインクジェットヘッド1  
25 00に対し吐出異常（ドット抜け、インク滴不吐出）が生じているか否か、ドット  
抜け（インク滴不吐出）が生じた場合には、その原因が何であるかを判定している  
。このように、本発明では、インクジェットヘッド100によるインク滴（液滴）

の吐出動作が行われれば、これらの検出・判定処理を実行できるが、インクジェットヘッド100がインク滴を吐出するのは、実際に記録用紙Pに印刷（プリント）している場合だけでなく、フラッシング動作（予備吐出あるいは予備的吐出）をしている場合もある。以下、この2つの場合について、本発明の液滴吐出ヘッドの吐出異常検出・判定処理（多ノズル）を説明する。

ここで、フラッシング（予備吐出）処理とは、図1では図示していないキャップの装着時や、記録用紙P（メディア）にインク滴（液滴）がかからない場所（クリーニング位置）において、すなわち非記録領域（液滴が着弾してもよい所定の領域）へ、ヘッドユニット35のすべてのあるいは対象となるインクジェットヘッド100のノズル110からインク滴を吐出するヘッドクリーニング動作である。このフラッシング処理（フラッシング動作）は、例えば、ノズル110内のインク粘度を適正範囲の値に保持するために、定期的にキャビティ141内のインクを排出する際に実施したり、あるいは、インク増粘時の回復動作としても実施したりされる。さらに、フラッシング処理は、インクカートリッジ31を印字手段3に装着した後に、インクを各キャビティ141に初期充填する場合にも実施される。

また、ノズルプレート（ノズル面）150をクリーニングするためにワイピング処理（ヘッドユニット35のヘッド面に付着している付着物（紙粉やごみなど）を、図1では図示していないワイパで拭き取る処置）を行う場合があるが、このときノズル110内が負圧になって、他の色のインク（他の種類の液滴）を引込んでしまう可能性がある。そのため、ワイピング処理後に、ヘッドユニット35のすべてのノズル110から一定量のインク滴を吐出させるためにもフラッシング処理が実施される。さらに、フラッシング処理は、ノズル110のメニスカスの状態を正常に保持して良好な印字を確保するためにも適時に実施され得る。

まず、図31～図33に示すフローチャートを参照して、フラッシング処理時における吐出異常検出・判定処理について説明する。なお、これらのフローチャートは、図27～図30のブロック図を参照しながら説明する（以下、印字動作時においても同様）。図31は、図27に示すインクジェットプリンタ1のフラッシング

動作時における吐出異常検出のタイミングを示すフローチャートである。

所定のタイミングにおいて、インクジェットプリンタ 1 のフラッシング処理が実行されるとき、この図 3 1 に示す吐出異常検出・判定処理が実行される。制御部 6 は、吐出選択手段 1 8 2 のシフトレジスタ 1 8 2 a に 1 ノズル分の吐出データを入力し（ステップ S 4 0 1）、ラッチ回路 1 8 2 b にラッチ信号が入力されて（ステップ S 4 0 2）、この吐出データがラッチされる。そのとき、切替手段 2 3 は、その吐出データの対象であるインクジェットヘッド 1 0 0 の静電アクチュエータ 1 2 0 と駆動波形生成手段 1 8 1 とを接続する（ステップ S 4 0 3）。

そして、吐出異常検出手段 1 0 によって、インク吐出動作を行ったインクジェットヘッド 1 0 0 に対して、図 2 4 のフローチャートに示す吐出異常検出・判定処理が実行される（ステップ S 4 0 4）。ステップ S 4 0 5 において、制御部 6 は、吐出選択手段 1 8 2 に出力した吐出データに基づいて、図 2 7 に示すインクジェットプリンタ 1 のすべてのインクジェットヘッド 1 0 0 a ~ 1 0 0 e のノズル 1 1 0 について吐出異常検出・判定処理が終了したか否かを判断する。そして、すべてのノズル 1 1 0 についてこれらの処理が終わっていないと判断されるときには、制御部 6 は、シフトレジスタ 1 8 2 a に次のインクジェットヘッド 1 0 0 のノズル 1 1 0 に対応する吐出データを入力し（ステップ S 4 0 6）、ステップ S 4 0 2 に移行して同様の処理を繰り返す。

また、ステップ S 4 0 5 において、すべてのノズル 1 1 0 について上述の吐出異常検出及び判定処理が終わったと判断される場合には、制御部 6 は、ラッチ回路 1 8 2 b に C L E A R 信号を入力し（ステップ S 4 0 7）、ラッチ回路 1 8 2 b のラッチ状態を解除して、図 2 7 に示すインクジェットプリンタ 1 における吐出異常検出・判定処理を終了する。

上述のように、この図 2 7 に示すプリンタ 1 における吐出異常検出・判定処理では、1 つの吐出異常検出手段 1 0 と 1 つの切替手段 2 3 とから検出回路が構成されているので、吐出異常検出・判定処理は、インクジェットヘッド 1 0 0 の数だけ繰り返されるが、吐出異常検出手段 1 0 を構成する回路はそれほど大きくならないと

いう効果を有する。

次いで、図 3 2 は、図 2 8 及び図 2 9 に示すインクジェットプリンタ 1 のフラッシング動作時における吐出異常検出のタイミングを示すフローチャートである。図 2 8 に示すインクジェットプリンタ 1 と図 2 9 に示すインクジェットプリンタ 1 とは回路構成が若干異なるが、吐出異常検出手段 1 0 及び切替手段 2 3 の数が、インクジェットヘッド 1 0 0 の数に対応する（同じである）点で一致している。そのため、フラッシング動作時における吐出異常検出・判定処理は、同様のステップから構成される。

10 所定のタイミングにおいて、インクジェットプリンタ 1 のフラッシング処理が実行されるとき、制御部 6 は、吐出選択手段 1 8 2 のシフトレジスタ 1 8 2 a に全ノズル分の吐出データを入力し（ステップ S 5 0 1）、ラッチ回路 1 8 2 b にラッチ信号が入力されて（ステップ S 5 0 2）、この吐出データがラッチされる。そのとき、切替手段 2 3 a ~ 2 3 e は、すべてのインクジェットヘッド 1 0 0 a ~ 1 0 0 e と駆動波形生成手段 1 8 1 とをそれぞれ接続する（ステップ S 5 0 3）。

15 そして、それぞれのインクジェットヘッド 1 0 0 a ~ 1 0 0 e に対応する吐出異常検出手段 1 0 a ~ 1 0 e によって、インク吐出動作を行ったすべてのインクジェットヘッド 1 0 0 に対して、図 2 4 のフローチャートに示す吐出異常検出・判定処理が並列的に実行される（ステップ S 5 0 4）。この場合、すべてのインクジェットヘッド 1 0 0 a ~ 1 0 0 e に対応する判定結果が、処理対象となるインクジェットヘッド 1 0 0 と関連付けられて、記憶手段 6 2 の所定の格納領域に保存される（図 2 4 のステップ S 1 0 7）。

20 そして、吐出選択手段 1 8 2 のラッチ回路 1 8 2 b にラッチされている吐出データをクリアするために、制御部 6 は、CLEAR 信号をラッチ回路 1 8 2 b に入力して（ステップ S 5 0 5）、ラッチ回路 1 8 2 b のラッチ状態を解除して、図 2 8 及び図 2 9 に示すインクジェットプリンタ 1 における吐出異常検出・判定処理を終了する。

上述のように、この図 2 8 及び図 2 9 に示すプリンタ 1 における処理では、イン

クジェットヘッド100a～100eに対応する複数（この実施形態では5つ）の吐出異常検出手段10と複数の切替手段23とから検出及び判定回路が構成されているので、吐出異常検出・判定処理は、一度にすべてのノズル110について短時間に実行され得るという効果を有する。

- 5      次いで、図33は、図30に示すインクジェットプリンタ1のフラッシング動作時における吐出異常検出のタイミングを示すフローチャートである。以下同様に、図30に示すインクジェットプリンタ1の回路構成を用いて、フラッシング動作時における吐出異常検出・判定処理について説明する。

- 10      所定のタイミングにおいて、インクジェットプリンタ1のフラッシング処理が実行されるとき、まず、制御部6は、走査信号を切替選択手段（セレクタ）19aに出力し、この切替選択手段19a及び切替制御手段19により、最初の切替手段23a及びインクジェットヘッド100aを設定（特定）する（ステップS601）。そして、吐出選択手段182のシフトレジスタ182aに全ノズル分の吐出データを入力し（ステップS602）、ラッチ回路182bにラッチ信号が入力されて
- 15      （ステップS603）、この吐出データがラッチされる。そのとき、切替手段23aは、インクジェットヘッド100aの静電アクチュエータ120と駆動波形生成手段181とを接続している（ステップS604）。

- 20      そして、インク吐出動作を行ったインクジェットヘッド100aに対して、図24のフローチャートに示す吐出異常検出・判定処理が実行される（ステップS605）。この場合、図24のステップS103において、切替選択手段19aの出力信号である駆動／検出切替信号と、ラッチ回路182bから出力された吐出データとがAND回路ANDaに入力され、AND回路ANDaの出力信号がHighレベルとなることにより、切替手段23aは、インクジェットヘッド100aの静電アクチュエータ120と吐出異常検出手段10とを接続する。そして、図24の
- 25      ステップS106において実行される吐出異常判定処理の判定結果が、処理対象となるインクジェットヘッド100（ここでは、100a）と関連付けられて、記憶手段62の所定の格納領域に保存される（図24のステップS107）。

ステップS 6 0 6において、制御部6は、吐出異常検出・判定処理がすべてのノズルに対して終了したか否かを判断する。そして、まだすべてのノズル1 1 0について吐出異常検出・判定処理が終了していないと判断された場合には、制御部6は、走査信号を切替選択手段（セクタ）1 9 aに出力し、この切替選択手段1 9 a  
5 及び切替制御手段1 9により、次の切替手段2 3 b及びインクジェットヘッド1 0 0 bを設定（特定）し（ステップS 6 0 7）、ステップS 6 0 3に移行して、同様の処理を繰り返す。以下、すべてのインクジェットヘッド1 0 0について吐出異常検出・判定処理が終了するまでこのループを繰り返す。

また、ステップS 6 0 6において、すべてのノズル1 1 0について吐出異常検出  
10 ・判定処理が終了したと判断される場合には、吐出選択手段1 8 2のラッチ回路1 8 2 bにラッチされている吐出データをクリアするために、制御部6は、CLEAR信号をラッチ回路1 8 2 bに入力して（ステップS 6 0 9）、ラッチ回路1 8 2 bのラッチ状態を解除して、図3 0に示すインクジェットプリンタ1における吐出異常検出・判定処理を終了する。

15 上述のように、図3 0に示すインクジェットプリンタ1における処理では、複数の切替手段2 3と1つの吐出異常検出手段1 0から検出回路が構成され、切替選択手段（セクタ）1 9 aの走査信号により特定され、吐出データに応じて吐出駆動をするインクジェットヘッド1 0 0に対応する切替手段2 3のみが切替動作を行って、対応するインクジェットヘッド1 0 0の吐出異常検出及び原因判定を行って  
20 るので、より効率的にインクジェットヘッド1 0 0の吐出異常検出及び原因判定を行うことができる。

なお、このフローチャートのステップS 6 0 2では、シフトレジスタ1 8 2 aにすべてのノズル1 1 0に対応する吐出データを入力しているが、図3 1に示すフローチャートのように、切替選択手段1 9 aによるインクジェットヘッド1 0 0の走  
25 査順に合わせて、シフトレジスタ1 8 2 aに入力する吐出データを対応する1つのインクジェットヘッド1 0 0に入力し、1ノズル1 1 0ずつ吐出異常検出・判定処理を行ってもよい。

次に、図 3 4 及び図 3 5 に示すフローチャートを参照して、印字動作時におけるインクジェットプリンタ 1 の吐出異常検出・判定処理について説明する。図 2 7 に示すインクジェットプリンタ 1 においては、主に、フラッシング動作時における吐出異常検出・判定処理に適しているので、印字動作時のフローチャート及びその動作説明を省略するが、この図 2 7 に示すインクジェットプリンタ 1 においても印字動作時に吐出異常検出・判定処理が行われてもよい。

図 3 4 は、図 2 8 及び図 2 9 に示すインクジェットプリンタ 1 の印字動作時における吐出異常検出のタイミングを示すフローチャートである。ホストコンピュータ 8 からの印刷（印字）指示により、このフローチャートの処理が実行（開始）される。制御部 6 を介してホストコンピュータ 8 から印字データが吐出選択手段 1 8 2 のシフトレジスタ 1 8 2 a に入力されると（ステップ S 7 0 1）、ラッチ回路 1 8 2 b にラッチ信号が入力されて（ステップ S 7 0 2）、その印字データがラッチされる。このとき、切替手段 2 3 a ～ 2 3 e は、すべてのインクジェットヘッド 1 0 0 a ～ 1 0 0 e と駆動波形生成手段 1 8 1 とを接続している（ステップ S 7 0 3）。

そして、インク吐出動作を行ったインクジェットヘッド 1 0 0 に対応する吐出異常検出手段 1 0 は、図 2 4 のフローチャートに示す吐出異常検出・判定処理を実行する（ステップ S 7 0 4）。この場合、各インクジェットヘッド 1 0 0 に対応するそれぞれの判定結果が、処理対象となるインクジェットヘッド 1 0 0 と関連付けられて、記憶手段 6 2 の所定の格納領域に保存される。

ここで、図 2 8 に示すインクジェットプリンタ 1 の場合には、切替手段 2 3 a ～ 2 3 e は、制御部 6 から出力される駆動／検出切替信号に基づいて、インクジェットヘッド 1 0 0 a ～ 1 0 0 e を吐出異常検出手段 1 0 a ～ 1 0 e に接続する（図 2 4 のステップ S 1 0 3）。そのため、印字データの存在しないインクジェットヘッド 1 0 0 では、静電アクチュエータ 1 2 0 が駆動していないので、吐出異常検出手段 1 0 の残留振動検出手段 1 6 は、振動板 1 2 1 の残留振動波形を検出しない。一方、図 2 9 に示すインクジェットプリンタ 1 の場合には、切替手段 2 3 a ～ 2 3 e



は、制御部6から出力される駆動／検出切替信号と、ラッチ回路182bから出力される印字データとが入力されるAND回路の出力信号に基づいて、印字データの存在するインクジェットヘッド100を吐出異常検出手段10に接続する（図24のステップS103）。

- 5     ステップS705において、制御部6は、インクジェットプリンタ1の印字動作が終了したか否かを判断する。そして、印字動作が終わっていないと判断されるときには、制御部6は、ステップS701に移行して、次の印字データをシフトレジスタ182aに入力し、同様の処理を繰り返す。また、印字動作が終了したと判断されるときには、吐出選択手段182のラッチ回路182bにラッチされている吐
- 10    出データをクリアするために、制御部6は、CLEAR信号をラッチ回路182bに入力して（ステップS706）、ラッチ回路182bのラッチ状態を解除して、図28及び図29に示すインクジェットプリンタ1における吐出異常検出・判定処理を終了する。

- 上述のように、図28及び図29に示すインクジェットプリンタ1は、複数の切
- 15    替手段23a～23eと、複数の吐出異常検出手段10a～10eとを備え、一度にすべてのインクジェットヘッド100に対して吐出異常検出・判定処理を行っているので、これらの処理を短時間に行うことができる。また、図29に示すインクジェットプリンタ1は、切替制御手段19、すなわち、駆動／検出切替信号と印字データとを論理積演算するAND回路ANDa～ANDeをさらに備え、印字動作
- 20    を行うインクジェットヘッド100のみに対して切替手段23による切替動作を行っている所以、無駄な検出を行うことなく、吐出異常検出・判定処理を行うことができる。

- 次いで、図35は、図30に示すインクジェットプリンタ1の印字動作時における吐出異常検出のタイミングを示すフローチャートである。ホストコンピュータ8
- 25    からの印刷指示により、図30に示すインクジェットプリンタ1においてこのフローチャートの処理が実行される。まず、切替選択手段19aは、最初の切替手段23a及びインクジェットヘッド100aを予め設定（特定）しておく（ステップS

801)。

制御部6を介してホストコンピュータ8から印字データが吐出選択手段182のシフトレジスタ182aに入力されると(ステップS802)、ラッチ回路182bにラッチ信号が入力されて(ステップS803)、その印字データがラッチされる。ここで、切替手段23a~23eは、この段階では、すべてのインクジェットヘッド100a~100eと駆動波形生成手段181(吐出選択手段182のドライバ182c)とを接続している(ステップS804)。

そして、制御部6は、インクジェットヘッド100aに印字データがある場合には、切替選択手段19aによって吐出動作後静電アクチュエータ120が吐出異常検出手段10に接続され(図24のステップS103)、図24(図25)のフローチャートに示す吐出異常検出・判定処理を実行する(ステップS805)。そして、図24のステップS106において実行される吐出異常判定処理の判定結果が、処理対象となるインクジェットヘッド100(ここでは、100a)と関連付けられて、記憶手段62の所定の格納領域に保存される(図24のステップS107)。

ステップS806において、制御部6は、すべてのノズル110(すべてのインクジェットヘッド100)について上述の吐出異常検出・判定処理を終了したか否かを判断する。そして、すべてのノズル110について上記処理が終了したと判断される場合には、制御部6は、走査信号に基づいて、また最初のノズル110に対応する切替手段23aを設定し(ステップS808)、すべてのノズル110について上記処理が終了していないと判断される場合には、次のノズル110に対応する切替手段23bを設定する(ステップS807)。

ステップS809において、制御部6は、ホストコンピュータ8から指示された所定の印字動作が終了したか否かを判断する。そして、まだ印字動作が終了していないと判断された場合には、次の印字データがシフトレジスタ182aに入力され(ステップS802)、同様の処理を繰り返す。印字動作が終了したと判断された場合には、吐出選択手段182のラッチ回路182bにラッチされている吐出デー

タをクリアするために、制御部 6 は、CLEAR 信号をラッチ回路 1 8 2 b に入力して（ステップ S 8 1 0）、ラッチ回路 1 8 2 b のラッチ状態を解除して、図 3 0 に示すインクジェットプリンタ 1 における吐出異常検出・判定処理を終了する。

5 以上のように、本発明の液滴吐出装置（インクジェットプリンタ 1）は、振動板 1 2 1 と、振動板 1 2 1 を変位させる複数の静電アクチュエータ 1 2 0 と、内部に液体が充填され、振動板 1 2 1 の変位により、該内部の圧力が変化（増減）されるキャビティ 1 4 1 と、キャビティ 1 4 1 に連通し、キャビティ 1 4 1 内の圧力の変化（増減）により液体を液滴として吐出するノズル 1 1 0 とを有するインクジェットヘッド（液滴吐出ヘッド） 1 0 0 を複数個備え、これらの静電アクチュエータ 1 2 0 を駆動する駆動波形生成手段 1 8 1 と、複数のノズル 1 1 0 のうちいずれのノズル 1 1 0 から液滴を吐出するかを選択する吐出選択手段 1 8 2 と、振動板 1 2 1 の残留振動を検出し、この検出された振動板 1 2 1 の残留振動に基づいて、液滴の吐出の異常を検出する 1 つ又は複数の吐出異常検出手段 1 0 と、静電アクチュエータ 1 2 0 の駆動による液滴の吐出動作後、駆動／検出切替信号や印字データ、ある  
10 いは走査信号に基づいて、静電アクチュエータ 1 2 0 を駆動波形生成手段 1 8 1 から吐出異常検出手段 1 0 に切り替える 1 つ又は複数の切替手段 2 3 とを備え、一度（並列的）にあるいは順次に複数のノズル 1 1 0 の吐出異常を検出することとした。

したがって、本発明の液滴吐出装置及び液滴吐出ヘッドの吐出異常検出・判定方法によって、吐出異常検出及びその原因判定を短時間に行うことができるとともに、吐出異常検出手段 1 0 を含む検出回路の回路構成をスケールダウンすることができ、液滴吐出装置の製造コストの増加を防止することができる。また、静電アクチュエータ 1 2 0 の駆動後、吐出異常検出手段 1 0 に切り替えて吐出異常検出及び原因判定を行っているので、アクチュエータの駆動に影響を与えることがなく、それ  
20 によって、本発明の液滴吐出装置のスループットを低下又は悪化させることがない。また、所定の構成要素を備えている既存の液滴吐出装置（インクジェットプリンタ）に、本発明の吐出異常検出手段 1 0 を装備することも可能である。

また、本発明の液滴吐出装置は、上記構成と異なり、複数の切替手段 2 3 と、切替制御手段 1 9 と、1 つあるいはノズル 1 1 0 の数量と対応する複数の吐出異常検出手段 1 0 とを備え、駆動／検出切替信号及び吐出データ（印字データ）、あるいは、走査信号、駆動／検出切替信号及び吐出データ（印字データ）に基づいて、対応する静電アクチュエータ 1 2 0 を駆動波形生成手段 1 8 1 又は吐出選択手段 1 8 2 から吐出異常検出手段 1 0 に切り替えて、吐出異常検出及び原因判定を行うこととした。

したがって、本発明の液滴吐出装置によって、吐出データ（印字データ）が入力されていない、すなわち、吐出駆動動作をしていない静電アクチュエータ 1 2 0 に対応する切替手段は切替動作を行わないので、無駄な検出・判定処理を回避することができる。また、切替選択手段 1 9 a を利用する場合には、液滴吐出装置は、1 つの吐出異常検出手段 1 0 のみを備えていればよいので、液滴吐出装置の回路構成をスケールダウンすることができるとともに、液滴吐出装置の製造コストの増加を防止することができる。

なお、この第 1 実施形態では、吐出異常検出のタイミングを説明するための図 2 7 ～図 3 0 に示すインクジェットプリンタ 1 は、説明の便宜上、ヘッドユニット 3 5 に 5 つのインクジェットヘッド 1 0 0（ノズル 1 1 0）を備える構成を示すとともに、その構成について説明していたが、本発明の液滴吐出装置では、インクジェットヘッド（液滴吐出ヘッド）1 0 0 の数量は 5 つに限らず、実際に搭載されている数量のノズル 1 1 0 を対象に吐出異常の検出・判定を行うことができる。

次に、本発明の液滴吐出装置におけるインクジェットヘッド 1 0 0 のヘッド異常（吐出異常）の原因を解消させる回復処理を実行する構成（回復手段 2 4）について説明する。図 3 6 は、図 1 に示すインクジェットプリンタ 1 の上部から見た概略的な構造（一部省略）を示す図である。この図 3 6 に示すインクジェットプリンタ 1 は、図 1 の斜視図で示した構成以外に、本発明のインク滴不吐出（ヘッド異常）の回復処理を実行するためのワイパ 3 0 0 とキャップ 3 1 0 とを備える。

本発明の回復手段 2 4 が実行する回復処理としては、各インクジェットヘッド 1

00のノズルから液滴を予備的に吐出するフラッシング処理と、後述するワイパ300（図37参照）によるワイピング処理と、後述するチューブポンプ320によるポンピング処理（ポンプ吸引処理）が含まれる。すなわち、回復手段24は、チューブポンプ320及びそれを駆動するパルスモータと、ワイパ300及びワイパ300の上下動駆動機構と、キャップ310の上下動駆動機構（図示せず）とを備え、フラッシング処理においてはヘッドドライバ33及びヘッドユニット35などが、また、ワイピング処理においてはキャリッジモータ41などが回復手段24の一部として機能する。フラッシング処理については上述しているので、以降、ワイピング処理及びポンピング処理について説明する。

- 10      ここで、ワイピング処理とは、インクジェットヘッド100のノズルプレート150（ノズル面）に付着した紙粉などの異物をワイパ300により拭き取る処理のことをいう。また、ポンピング処理（ポンプ吸引処理）とは、後述するチューブポンプ320を駆動して、インクジェットヘッド100のノズル110から、キャビティ141内のインクを吸引して排出する処理をいう。このように、ワイピング処理は、上述のようなインクジェットヘッド100の液滴の吐出異常の原因の1つである紙粉付着の状態における回復処理として適切な処理である。また、ポンプ吸引処理は、前述のフラッシング処理では取り除けないキャビティ141内の気泡を除去し、あるいは、ノズル110付近のインクが乾燥により又はキャビティ141内のインクが経年劣化により増粘した場合に、増粘したインクを除去する回復処理として適切な処理である。なお、それほど増粘が進んでおらず粘度がそれほど大きくない場合には、上述のフラッシング処理による回復処理も行われ得る。この場合、排出するインク量が少ないので、スループットやランニングコストを低下させずに適切な回復処理を行うことができる。

- 25      複数のインクジェットヘッド（液滴吐出ヘッド）100を備えるヘッドユニット35は、キャリッジ32に搭載され、2本のキャリッジガイド軸422にガイドされてキャリッジモータ41により、図中その上端に備えられた連結部34を介してタイミングベルト421に連結して移動する。キャリッジ32に搭載されたヘッド

ユニット35は、キャリッジモータ41の駆動により移動するタイミングベルト421を介して（タイミングベルト421に連動して）主走査方向に移動可能である。なお、キャリッジモータ41は、タイミングベルト421を連続的に回転させるためのプーリの役割を果たし、他端側にも同様にプーリ44が備えられている。

5     また、キャップ310は、インクジェットヘッド100のノズルプレート150（図5参照）のキャッピングを行うためのものである。キャップ310には、その底部側面に孔が形成され、後述するように、チューブポンプ320の構成要素である可撓性のチューブ321が接続されている。なお、チューブポンプ320については、図39において後述する。

10    記録（印字）動作時には、所定のインクジェットヘッド（液滴吐出ヘッド）100の静電アクチュエータ120を駆動しながら、記録用紙Pは副走査方向、すなわち、図36中下方に移動し、印字手段3は、主走査方向、すなわち、図36中左右に移動することにより、インクジェットヘッド（液滴吐出装置）1は、ホストコンピュータ8から入力された印刷データ（印字データ）に基づいて所定の画像などを  
15    記録用紙Pに印刷（記録）する。

図37は、図36に示すワイパ300とヘッドユニット35との位置関係を示す図である。この図37において、ヘッドユニット35とワイパ300は、図36に示すインクジェットプリンタ1の図中下側から上側を見た場合の側面図の一部として示される。ワイパ300は、図37（a）に示すように、ヘッドユニット35の  
20    ノズル面、すなわち、インクジェットヘッド100のノズルプレート150と当接可能なように、上下移動可能に配置される。

ここで、ワイパ300を利用する回復処理であるワイピング処理について説明する。ワイピング処理を行う際、図37（a）に示すように、ノズル面（ノズルプレート150）よりもワイパ300の先端が上側に位置するように図示しない駆動装置によってワイパ300は上方に移動される。この場合において、キャリッジモータ41を駆動して図中左方向（矢印の方向）にヘッドユニット35を移動させると、  
25    ワイピング部材301がノズルプレート150（ノズル面）に当接することにな

る。

なお、ワイピング部材 301 は可撓性のゴム部材等から構成されるので、図 37 (b) に示すように、ワイピング部材 301 のノズルプレート 150 と当接する先端部分は撓み、その先端部によってノズルプレート 150 (ノズル面) の表面をクリーニング (拭き掃除) する。これにより、ノズルプレート 150 (ノズル面) に付着した紙粉などの異物 (例えば、紙粉、空気中に浮遊するごみ、ゴムの切れ端など) を除去することができる。また、このような異物の付着状態に応じて (異物が多く付着している場合には)、ヘッドユニット 35 にワイパ 300 の上方を往復移動させることによって、ワイピング処理を複数回実施することもできる。

10 図 38 は、ポンプ吸引処理時における、インクジェットヘッド 100 と、キャップ 310 及びポンプ 320 との関係を示す図である。チューブ 321 は、ポンピング処理 (ポンプ吸引処理) におけるインク排出路を形成するものであり、その一端は、上述のように、キャップ 310 の底部に接続され、他端は、チューブポンプ 320 を介して排インクカートリッジ 340 に接続されている。

15 キャップ 310 の内部底面には、インク吸収体 330 が配置されている。このインク吸収体 330 は、ポンプ吸引処理やフラッシング処理においてインクジェットヘッド 100 のノズル 110 から吐出されるインクを吸収して、一時貯蔵する。なお、インク吸収体 330 によって、キャップ 310 内へのフラッシング動作時に、吐出された液滴が跳ね返ってノズルプレート 150 を汚すことを防止することができる。

20 図 39 は、図 38 に示すチューブポンプ 320 の構成を示す概略図である。この図 39 (B) に示すように、チューブポンプ 320 は、回転式ポンプであり、回転体 322 と、その回転体 322 の円周部に配置された 4 つのローラ 323 と、ガイド部材 350 とを備えている。なお、ローラ 323 は、回転体 322 により支持されており、ガイド部材 350 のガイド 351 に沿って円弧状に載置された可撓性のチューブ 321 を加圧するものである。

このチューブポンプ 320 は、軸 322 a を中心にして回転体 322 を図 39 に

示す矢印X方向に回転させることにより、チューブ321に当接している1つ又は2つのローラ323が、Y方向に回転しながら、ガイド部材350の円弧状のガイド351に載置されたチューブ321を順次加圧する。これにより、チューブ321が変形し、このチューブ321内に発生した負圧により、各インクジェットヘッド100のキャビティ141内のインク（液状材料）がキャップ310を介して吸引され、気泡が混入し、あるいは乾燥により増粘した不要なインクがノズル110を介して、インク吸収体330に排出され、このインク吸収体330に吸収された排インクがチューブポンプ320を介して排インクカートリッジ340（図38参照）に排出される。

- 10      なお、このチューブポンプ320は、図示しないパルスモータなどのモータにより駆動される。パルスモータは、制御部6により制御される。チューブポンプ320の回転制御に対する駆動情報、例えば、回転速度、回転数が記述されたルックアップテーブル、シーケンス制御が記述された制御プログラムなどは、制御部6のPROM64などに格納されており、これらの駆動情報に基づいて、制御部6のCPU61によってチューブポンプ320の制御が行われている。

次に、本発明の回復手段の動作（吐出異常回復処理）を説明する。図40は、本発明のインクジェットプリンタ1（液滴吐出装置）における吐出異常回復処理を示すフローチャートである。上述の吐出異常検出・判定処理（図24のフローチャート参照）において吐出異常のインクジェットヘッド100が検出され、その原因が判定されると、印刷動作（印字動作）などを行っていない所定のタイミングで、ヘッドユニット35が所定の待機領域（例えば、図36においてヘッドユニット35のノズルプレート150をキャップ310で覆う位置、あるいは、ワイパ300によるワイピング処理を実施可能な位置）まで移動されて、本発明の吐出異常回復処理が実行される。

- 25      まず、制御部6は、図24のステップS107において制御部6のEEPROM62に保存された各ノズル110に対応する判定結果（ここで、この判定結果は、各ノズル110に限定した内容の判定結果ではなく、各インクジェットヘッド10



0に対するものである。そのため、以下において、吐出異常のノズル110とは、吐出異常が発生したインクジェットヘッド100をも意味する。）を読み出す（ステップS901）。ステップS902において、制御部6は、この読み出した判定結果に吐出異常のノズル110があるか否かを判定する。そして、吐出異常のノズル110がないと判定された場合、すなわち、すべてのノズル110から正常に液滴が吐出された場合には、そのまま、この吐出異常回復処理を終了する。

一方、いずれかのノズル110が吐出異常であったと判定された場合には、ステップS903において、制御部6は、その吐出異常と判定されたノズル110が紙粉付着であるか否かを判定する。そして、そのノズル110の出口付近に紙粉が付着していないと判定された場合には、ステップS905に移行し、紙粉が付着していると判定された場合には、上述のワイパ300によるノズルプレート150へのワイピング処理を実行する（ステップS904）。

ステップS905において、続いて、制御部6は、上記吐出異常と判定されたノズル110が気泡混入であるか否かを判定する。そして、気泡混入であると判定された場合には、制御部6は、すべてのノズル110に対してチューブポンプ320によるポンプ吸引処理を実行し（ステップS906）、この吐出異常回復処理を終了する。一方、気泡混入でないと判定された場合には、制御部6は、上記計測手段17によって計測された振動板121の残留振動の周期の長短に基づいて、チューブポンプ320によるポンプ吸引処理又は吐出異常と判定されたノズル110のみもしくはすべてのノズル110に対するフラッシング処理を実行し（ステップS907）、この吐出異常回復処理を終了する。

以上のように、本発明の第1実施形態における液滴吐出装置（インクジェットプリンタ1）及び液滴吐出ヘッド（インクジェットヘッド100）の吐出異常回復方法では、複数の液滴吐出ヘッド（ヘッドユニット35の複数のインクジェットヘッド100）に対する吐出の異常及びその原因を検出する吐出異常検出手段10と、液滴吐出ヘッド100のノズル110から液滴の吐出動作が行われた際に、この吐出異常検出手段10によりこのノズル110に対して吐出の異常が検出された場合

には、その吐出異常の原因に応じて、回復処理を実行する回復手段（例えば、ポンプ吸引処理におけるチューブポンプ320、ワイピング処理におけるワイパ300など）とを備えることとした。

したがって、本発明の液滴吐出装置及び吐出異常回復方法によって、吐出異常の原因に対応する適切な回復処理（フラッシング処理、ポンプ吸引処理及びワイピング処理のいずれか又は2つ）を実行することができるので、従来の液滴吐出装置におけるシーケンシャルな回復処理とは異なり、回復処理を行った際に発生する無駄な排インクを減らすことができ、それによって、液滴吐出装置全体のスループットの低下又は悪化を防止することができる。

10      また、本発明の液滴吐出装置（インクジェットプリンタ1）は、液滴吐出ヘッド（インクジェットヘッド100）に静電アクチュエータ120の駆動により変位される振動板121を設け、吐出異常検出手段10は、液滴吐出動作時におけるこの振動板121の残留振動の振動パターン（例えば、残留振動の周期）に基づいて、液滴の吐出異常を検出する構成としている。

15      したがって、本発明によって、従来の吐出異常を検出可能な液滴吐出装置に比べ、他の部品（例えば、光学式のドット抜け検出装置など）を必要としないので、液滴吐出ヘッドのサイズを大きくすることなく液滴の吐出異常を検出することができるとともに、吐出異常（ドット抜け）検出を行うことができる液滴吐出装置の製造コストを低く抑えることができる。また、本発明の液滴吐出装置では、液滴吐出動作後の振動板の残留振動を用いて液滴の吐出異常を検出しているので、印字動作の途中でも液滴の吐出異常を検出することができる。

25      また、回復手段24が実行する回復処理の一つであるポンプ吸引回復処理は、乾燥などにより増粘が進んだ場合と気泡混入の場合に対して有効な処理であり、いずれの原因においても同様の回復処理が取られ得るため、ヘッドユニット35内にポンプ吸引処理が必要な気泡混入と乾燥増粘のインクジェットヘッド100を検出した場合には、図40のフローチャートのステップS905～S907のように個別に処理を決定せず、気泡混入のインクジェットヘッド100と乾燥増粘のインクジ

エットヘッド１００に対して一度にポンプ吸引処理を実行してもよい。すなわち、ノズル１１０付近に紙粉が付着しているか否かを判断した後は、気泡混入か乾燥増粘かの判断をせず、ポンプ吸引処理を実行してもよい。また、ポンプ吸引処理は、吐出異常が発生したインクジェットヘッド１００を含む所定の領域に対して行ってもよく、吐出異常が発生したインクジェットヘッド１００を含むヘッドユニット３５のすべて又はインクの種類別に対して行ってもよい。

## ＜第２実施形態＞

次に、本発明におけるインクジェットヘッド（ヘッドユニット）の他の構成例について説明する。図４１～図４４は、それぞれ、インクジェットヘッド１００の他の構成例の概略を示す断面図である。以下、これらの図に基づいて説明するが、前述した実施形態と相違する点を中心に説明し、同様の事項についてはその説明を省略する。

図４１に示すインクジェットヘッド１００Ａは、圧電素子２００の駆動により振動板２１２が振動し、キャビティ２０８内のインク（液体）がノズル２０３から吐出するものである。ノズル（孔）２０３が形成されたステンレス鋼製のノズルプレート２０２には、ステンレス鋼製の金属プレート２０４が接着フィルム２０５を介して接合されており、さらにその上に同様のステンレス鋼製の金属プレート２０４が接着フィルム２０５を介して接合されている。そして、その上には、連通口形成プレート２０６及びキャビティプレート２０７が順次接合されている。

ノズルプレート２０２、金属プレート２０４、接着フィルム２０５、連通口形成プレート２０６及びキャビティプレート２０７は、それぞれ所定の形状（凹部が形成されるような形状）に成形され、これらを重ねることにより、キャビティ２０８及びリザーバ２０９が形成される。キャビティ２０８とリザーバ２０９とは、インク供給口２１０を介して連通している。また、リザーバ２０９は、インク取り入れ口２１１に連通している。

キャビティプレート２０７の上面開口部には、振動板２１２が設置され、この振動板２１２には、下部電極２１３を介して圧電素子（ピエゾ素子）２００が接合さ

れている。また、圧電素子 200 の下部電極 213 と反対側には、上部電極 214 が接合されている。ヘッドドライバ 215 は、駆動電圧波形を生成する駆動回路を備え、上部電極 214 と下部電極 213 との間に駆動電圧波形を印加（供給）することにより、圧電素子 200 が振動し、それに接合された振動板 212 が振動する。  
5   。この振動板 212 の振動によりキャビティ 208 の容積（キャビティ内の圧力）が変化し、キャビティ 208 内に充填されたインク（液体）がノズル 203 より液滴として吐出する。

液滴の吐出によりキャビティ 208 内で減少した液量は、リザーバ 209 からインクが供給されて補給される。また、リザーバ 209 へは、インク取り入れ口 21  
10   1 からインクが供給される。

図 4 2 に示すインクジェットヘッド 100 B も前記と同様に、圧電素子 200 の駆動によりキャビティ 221 内のインク（液体）がノズルから吐出するものである。このインクジェットヘッド 100 B は、一対の対向する基板 220 を有し、両基板 220 間に、複数の圧電素子 200 が所定間隔をおいて間欠的に設置されている  
15   。

隣接する圧電素子 200 同士の間には、キャビティ 221 が形成されている。キャビティ 221 の図 4 2 中前方にはプレート（図示せず）、後方にはノズルプレート 222 が設置され、ノズルプレート 222 の各キャビティ 221 に対応する位置には、ノズル（孔） 223 が形成されている。

20   各圧電素子 200 の一方の面及び他方の面には、それぞれ、一対の電極 224 が設置されている。すなわち、1 つの圧電素子 200 に対し、4 つの電極 224 が接合されている。これらの電極 224 のうち所定の電極間に所定の駆動電圧波形を印加することにより、圧電素子 200 がシェアモード変形して振動し（図 4 2 において矢印で示す）、この振動によりキャビティ 221 の容積（キャビティ内の圧力）  
25   が変化し、キャビティ 221 内に充填されたインク（液体）がノズル 223 より液滴として吐出する。すなわち、インクジェットヘッド 100 B では、圧電素子 200 自体が振動板として機能する。

図43に示すインクジェットヘッド100Cも前記と同様に、圧電素子200の駆動によりキャビティ233内のインク（液体）がノズル231から吐出するものである。このインクジェットヘッド100Cは、ノズル231が形成されたノズルプレート230と、スペーサ232と、圧電素子200とを備えている。圧電素子200は、ノズルプレート230に対しスペーサ232を介して所定距離離間して設置されており、ノズルプレート230と圧電素子200とスペーサ232とで囲まれる空間にキャビティ233が形成されている。

圧電素子200の図43中上面には、複数の電極が接合されている。すなわち、圧電素子200のほぼ中央部には、第1電極234が接合され、その両側部には、それぞれ第2の電極235が接合されている。第1電極234と第2電極235との間に所定の駆動電圧波形を印加することにより、圧電素子200がシェアモード変形して振動し（図43において矢印で示す）、この振動によりキャビティ233の容積（キャビティ内の圧力）が変化し、キャビティ233内に充填されたインク（液体）がノズル231より液滴として吐出する。すなわち、インクジェットヘッド100Cでは、圧電素子200自体が振動板として機能する。

図44に示すインクジェットヘッド100Dも前記と同様に、圧電素子200の駆動によりキャビティ245内のインク（液体）がノズル241から吐出するものである。このインクジェットヘッド100Dは、ノズル241が形成されたノズルプレート240と、キャビティプレート242と、振動板243と、複数の圧電素子200を積層してなる積層圧電素子201とを備えている。

キャビティプレート242は、所定の形状（凹部が形成されるような形状）に成形され、これにより、キャビティ245及びリザーバ246が形成される。キャビティ245とリザーバ246とは、インク供給口247を介して連通している。また、リザーバ246は、インク供給チューブ311を介してインクカートリッジ31と連通している。

積層圧電素子201の図44中下端は、中間層244を介して振動板243と接合されている。積層圧電素子201には、複数の外部電極248及び内部電極24

9が接合されている。すなわち、積層圧電素子201の外表面には、外部電極248が接合され、積層圧電素子201を構成する各圧電素子200同士の間（又は各圧電素子の内部）には、内部電極249が設置されている。この場合、外部電極248と内部電極249の一部が、交互に、圧電素子200の厚さ方向に重なるように配置される。

そして、外部電極248と内部電極249との間にヘッドドライバ33より駆動電圧波形を印加することにより、積層圧電素子201が図44中の矢印で示すように変形して（図44中上下方向に伸縮して）振動し、この振動により振動板243が振動する。この振動板243の振動によりキャビティ245の容積（キャビティ内の圧力）が変化し、キャビティ245内に充填されたインク（液体）がノズル241より液滴として吐出する。

液滴の吐出によりキャビティ245内で減少した液量は、リザーバ246からインクが供給されて補給される。また、リザーバ246へは、インクカートリッジ31からインク供給チューブ311を介してインクが供給される。

以上のような圧電素子を備えるインクジェットヘッド100A～100Dにおいても、前述した静電容量方式のインクジェットヘッド100と同様にして、振動板又は振動板として機能する圧電素子の残留振動に基づき、液滴吐出の異常を検出しあるいはその異常の原因を特定することができる。なお、インクジェットヘッド100B及び100Cにおいては、キャビティに面した位置にセンサとしての振動板（残留振動検出用の振動板）を設け、この振動板の残留振動を検出するような構成とすることもできる。

### <第3実施形態>

次に、本発明の第3実施形態について説明する。

図45は、本発明の液滴吐出装置の第3実施形態の主要部を示すブロック図、図46は、図45に示す液滴吐出装置の1つのブロックについてのブロック図である。

以下、第3実施形態について、前述した第1実施形態と相違する点を中心に説明

し、同様の事項については、その説明を省略する。

第3実施形態のインクジェットプリンタ（液滴吐出装置）1では、n（但し、nは自然数）個のインクジェットヘッド（液滴吐出ヘッド）100を1ブロックとし、m（但し、mは自然数）個の前記ブロック（ヘッドブロック）50が設けられており、吐出異常検出手段10を前記ブロック50と同数（m個）有し、それぞれの吐出異常検出手段10が所定のブロック10に割り当てられている。そして、各インクジェットヘッド100のノズル110の状態を良好に維持するために、フラッシング手段を作動して（フラッシング処理を行なって）、各インクジェットヘッド100のノズル110から非記録領域（インク滴（液滴）が着弾してもよい所定の領域）へインク滴をn回吐出し、その際、各吐出異常検出手段10が、それぞれ、割り当てられたブロック50において、n個のインクジェットヘッド100ヘッドに対し、順次、吐出異常の検出・判定を行うようになっている。

以下、図示例に基づいて、詳細に説明する。

図45に示すように、印字手段3は、イエロー（Y）、マゼンタ（M）、シアン（C）、ブラック（K）の4色のインク用の4個のブロック（ヘッドブロック）50a、50b、50c、50dを有している。各ブロック50a、50b、50c、50dには、それぞれ、イエロー（Y）、マゼンタ（M）、シアン（C）、ブラック（K）のインク用のインクジェットヘッド100（ノズル110）がn個配列されている。なお、図中および以下の説明では、イエローを「Y」、マゼンタを「M」、シアンを「C」、ブラックを「K」と記載する。

各ブロック50a、50b、50c、50dには、それぞれ、吐出異常検出手段10a、10b、10c、10dが割り当てられている。また、判定手段20は、吐出異常検出手段10、10b、10c、10dとは、別個に、1つ設けられている。

なお、判定手段20は、複数、例えば、吐出異常検出手段の個数と同数設けられていてもよく、また、判定手段20は、吐出異常検出手段に含まれていてもよい。

図46には、Yのブロック50aが示されており、同図に示すように、n個のY

のインクジェットヘッド100は、それぞれ、開閉スイッチ501および切替手段23を介して、吐出異常検出手段10aおよび駆動波形生成手段181に接続されている。各開閉スイッチ501および切替手段23は、それぞれ、制御部6により制御される。図示しないが、この他のMのブロック50b、Cのブロック50c、

5 Kのブロック50dについても同様である。

前述したように、ホストコンピュータ8から入力された印刷データ（印字データ）は、シフトレジスタ182cからラッチ回路182bへ渡り、複数のインクジェットヘッド100のうちからインク滴を吐出するインクジェットヘッド100が選択される。そして、ドライバ182cを介して、駆動回路18の駆動波形生成手段181からの駆動波形が、所定のインクジェットヘッド100のへ送られる。これにより、所定のインクジェットヘッド100のノズル110からインク滴が吐出され、記録用紙P上にそのインク滴が着弾して記録がなされる。

ここで、記録する画像や文字などによって、頻繁にインク滴を吐出するノズル110もあるが、ほとんどインク滴を吐出しないノズル110もある。後者のノズル110については、フラッシング処理を行なわないと、乾燥が進行してインク滴の吐出安定性が劣った状態になってしまう。シリアル方式のプリンタの場合には、印字手段3が非記録領域であるクリーニング位置にいる時に、定期的にフラッシング処理を行いノズル110の乾燥防止をして、良好な状態を維持している。このフラッシング処理におけるインク滴の吐出回数は、例えば周囲の温度やフラッシング処理の時間間隔によって、何通りか設定されており、概ね数10回～数千回程度である。本実施形態では、このフラッシング処理の際に、吐出異常の検出・判定を行なう。これにより、吐出異常の検出・判定のために特別に時間をとられず、効率的であるとともに、インクの消費量も最小限に抑えることができる。

次に、前記フラッシング処理の際に吐出異常の検出・判定を行なうときの動作を、代表的に、Yのブロック50aについて説明する。なお、図中および以下の説明では、n個の開閉スイッチ501およびn個のインクジェットヘッド100から所定のものを特定するため、それぞれ、括弧書きで、1～nの番号を記載する。



図46に示すように、フラッシング処理の際は、先ず、切替手段23を駆動波形生成手段181側に切り替え（駆動波形生成手段181とインクジェットヘッド100とが接続されるように替手段23を切り替え）、開閉スイッチ501（1）～501（n）をすべてONにし、すべてのインクジェットヘッド100のノズル110からインク滴を吐出する（1回目のインク滴の吐出を行なう）。そして、この直後に、切替手段23を吐出異常検出手段10a側に切り替え（吐出異常検出手段10aとインクジェットヘッド100とが接続されるように替手段23を切り替え）、開閉スイッチ501（1）を除き、開閉スイッチ501（2）～501（n）をOFFにする。これにより、インクジェットヘッド100（1）のみが吐出異常検出手段10aと接続され、前述したように、そのインクジェットヘッド100（1）について、吐出異常の検出・判定がなされる。

次に、再度、切替手段23を駆動波形生成手段181側に切り替え、開閉スイッチ501（1）～501（n）をすべてONにし、すべてのインクジェットヘッド100のノズル110からインク滴を吐出する（2回目のインク滴の吐出を行なう）。そして、この直後に、切替手段23を吐出異常検出手段10a側に切り替え、開閉スイッチ501（2）を除き、残りの開閉スイッチ501をOFFにする。これにより、インクジェットヘッド100（2）のみが吐出異常検出手段10aと接続され、前述したように、そのインクジェットヘッド100（2）について、吐出異常の検出・判定がなされる。

以降、同様にして、インクジェットヘッド100（3）～100（n）に対し、順次、1つずつ、吐出異常の検出・判定を行なっていく。

なお、この他のMのブロック50b、Cのブロック50c、Kのブロック50dについては、前記Yのブロック50aの場合と同様であるので、その説明は省略する。

このように、1つの吐出異常検出手段10が受け持つブロック50のインクジェットヘッド100の数と、フラッシング処理におけるインク滴の吐出回数とを一致させておくと、1回のフラッシング処理で、すべてのインクジェットヘッド100

に対し、それぞれ1回ずつ、吐出異常の検出・判定を行うことができる。

また、本実施形態では、ブロック50の数とインクの色数とが一致している例を示しているが、一致している必要はなく、例えば、Y、M、C、Kの各色のインクジェットヘッド100が、それぞれ、複数のブロックに分けられていてもよい。

- 5      次に、前記インク滴をn回吐出して行う（フラッシング処理とともに行なう）吐出異常の検出・判定を実行するタイミング（時期）等について説明する。

前記フラッシング処理とともに行なう吐出異常の検出・判定を実行するタイミングとしては、例えば、下記（1）～（4）が挙げられ、これらのうちから、1つのみを選択してもよく、また、任意の2つ以上を選択することもできる（任意の2つ以上を組み合わせてもよい）。

10

（1）定期的に（所定の一定の時間間隔で）行う。

これにより、各インクジェットヘッド100のノズル110の状態を良好に維持することができるとともに、定期的に、各ノズル110の吐出異常を検出・判定することができる。

15

（2）シリアル型のインクジェットプリンタの場合にインクジェットヘッド100（印字手段3）が往復する毎に行う。

これにより、各インクジェットヘッド100のノズル110の状態を良好に維持することができるとともに、インクジェットヘッド100（印字手段3）が往復する毎に、各ノズル110の吐出異常を検出・判定することができる。

20

（3）インクジェットプリンタ1の電源を投入した直後に行う。

これにより、インクジェットプリンタ1の電源が投入された場合、その直後に、確実に、各インクジェットヘッド100のノズル110を良好な状態にすることができるとともに、各ノズル110の吐出異常を検出・判定することができる。

（4）回復手段24による回復処理の直後に行う。

25

これにより、回復処理が実行された場合、その直後に、確実に、各インクジェットヘッド100のノズル110を良好な状態にすることができるとともに、各ノズル110の吐出異常を検出・判定することができる。

以上のように、本発明の第3実施形態によれば、フラッシング処理の際に吐出異常の検出・判定を行うので、その吐出異常の検出・判定のために特別に時間をとられず、効率的であるとともに、インクの消費量も最小限に抑えることができ、各インクジェットヘッド100のノズル110の吐出異常を検出・判定することができる。

また、インク滴を吐出する回数（n回）と、1ブロック中のインクジェットヘッド100の個数（n個）とが一致しており、吐出異常検出手段10がブロックと同数（m個）設けられているので、インク滴のn回の吐出で、順次、1つずつ、確実に、吐出異常の検出・判定を行うことができ、また、吐出異常検出手段10の個数を少なくすることができ、回路構成をスケールダウンすることができるとともに、製造コストの増加を防止することができる。

なお、この第3実施形態は、前述した第2実施形態および後述する第4実施形態にも適用することができる。

#### <第4実施形態>

次に、本発明におけるインクジェットヘッド（ヘッドユニット）の他の構成例について説明する。図47は、ヘッドユニット100Hの構成を示す斜視図、図48は、図47に示すヘッドユニット100Hの1色のインク（1つのキャビティ）に対応する概略的な断面図である。以下、これらの図に基づいて説明するが、前述した第1実施形態と相違する点を中心に説明し、同様の事項についてはその説明を省略する。

これらの図に示すヘッドユニット100Hは、いわゆる膜沸騰インクジェット方式（サーマルジェット方式）によるもので、支持板410と、基板420と、外壁430および隔壁431と、天板440とが、図47および図48中下側からこの順に接合された構成のものである。

基板420と天板440とは、外壁430および等間隔で平行に配置された複数（図示の例では6枚）の隔壁431を介して所定の間隔をおいて設置されている。そして、基板420と天板440との間には、隔壁431によって区画された複数

(図示の例では5個)のキャビティ(圧力室:インク室)432が形成されている。各キャビティ432は、短冊状(直方体状)をなしている。

また、図47および図48に示すように、各キャビティ432の図48中左側端部(図47中上端)は、ノズルプレート(前板)433により覆われている。この  
5 ノズルプレート433には、各キャビティ432に連通するノズル(孔)434が形成されており、このノズル434からインク(液状材料)が吐出する。

図47では、ノズルプレート433に対しノズル434が直線的に、すなわち列状に配置されているが、ノズル110の配置パターンはこれに限定されないことは言うまでもない。列状に配置されたこのノズル434のピッチは、印刷解像度(d  
10 p i)等に応じて適宜設定することができる。

なお、ノズルプレート433を設けず、各キャビティ432の図47中上端(図48中左端)が開放しており、この開放した開口がノズルとなるような構成のものでもよい。

また、天板440には、インク取り入れ口441が形成され、該インク取り入れ  
15 口には、インク供給チューブ311を介して、インクカートリッジ31に接続されている。なお、図示されていないが、インク取り入れ口441とインクカートリッジ31との間に、ダンパ室(ゴムからなるダンパを備え、その変形により室内の容積が変化する)を設けることもできる。これにより、キャリッジ32が往復走行する際のインクの揺れやインク圧の変化をダンパ室が吸収し、ヘッドユニット100  
20 Hに所定量のインクを安定的に供給することができる。

支持板410、外壁430、隔壁431、天板440およびノズルプレート433は、それぞれ、例えばステンレス鋼等の各種金属材料や各種樹脂材料、各種セラミックス等で構成されている。また、基板420は、例えば、シリコン等で構成されている。

25 基板420の各キャビティ432の各キャビティ432に対応する箇所には、それぞれ、発熱体450が設置(埋設)されている。各発熱体450は、ヘッドドライバ(通電手段)452により、それぞれ別個に通電され、発熱する。ヘッドドラ

イバ452は、制御部6から入力される印字信号（印字データ）に応じ、発熱体450の駆動信号として例えばパルス状の信号を出力する。

また、発熱体450のキャビティ432側の面は、保護膜（耐キャビテーション膜）451で覆われてる。この保護膜451は、発熱体450がキャビティ432内のインクと直接接触するのを防止するために設けられたものである。この保護膜451を設けることにより、発熱体450がインクと接触することによる変質、劣化等を防止することができる。

基板420の各発熱体450の近傍であって、各キャビティ432に対応する箇所には、それぞれ、凹部460が形成されている。この凹部460は、例えばエッチング、打ち抜き等の方法により形成することができる。

凹部460のキャビティ432側を遮蔽するように振動板461が設置されている。この振動板461は、キャビティ432内の圧力（液圧）の変化に追従して図48中の上下方向に弾性変形（弾性変位）する。

振動板461の構成材料や厚さは、特に限定されず、適宜設定される。

一方、凹部460の他方の側は、支持板410により覆われており、該支持板410の図48中上面の各振動板461に対応する箇所には、それぞれ、セグメント電極462が設置されている。

振動板461とセグメント電極462とは、所定の間隙距離をおいてほぼ平行に配置されている。振動板461とセグメント電極462との間の間隙距離（ギャップ長 $g$ ）は、特に限定されず、適宜設定される。わずかな間隔距離を隔てて振動板461とセグメント電極462とを配置することにより、平行平板コンデンサを形成することができる。そして、前述したように、振動板461がキャビティ432内の圧力に追従して図48中の上下方向に弾性変形すると、それに応じて振動板461とセグメント電極462と間隙距離が変化し、前記平行平板コンデンサの静電容量 $C$ が変化する。この静電容量 $C$ の変化は、 $CR$ 発振回路で発振させ周波数の情報に変換すると周波数変化として現れるので、前述したように、これを検出することにより、振動板461の残留振動（減衰振動）を知ることができる。

基板 4 2 0 のキャビティ 4 3 2 外には、共通電極 4 7 0 が形成されている。また、支持板 4 1 0 のキャビティ 4 3 2 外には、外部セグメント電極 4 7 1 が形成されている。

セグメント電極 4 6 2、共通電極 4 7 0 および外部セグメント電極 4 7 1 の構成材料としては、例えば、ステンレス鋼、アルミニウム、金、銅、またはこれらを含む合金等が挙げられる。また、セグメント電極 4 6 2、共通電極 4 7 0 および外部セグメント電極 4 7 1 は、それぞれ、例えば金属箔の接合、メッキ、蒸着、スパッタリング等の方法により形成することができる。

各振動板 4 6 1 と共通電極 4 7 0 とは、導体 4 7 5 により電氣的に接続され、各セグメント電極 4 6 2 と各外部セグメント電極 4 7 1 とは、導体 4 7 6 により電氣的に接続されている。

導体 4 7 5、4 7 6 としては、それぞれ、(1) 金属線等の導線を配設したもの、(2) 基板 4 2 0 または支持板 4 1 0 の表面に例えば金、銅等の導電性材料よりなる薄膜を形成したもの、あるいは、(3) 基板 4 2 0 等の導体形成部位にイオンドーピング等を施して導電性を付与したもの等が挙げられる。

以上のようなヘッドユニット 1 0 0 H は、図 4 8 中の上下方向に複数重ねて（他段に）配置することができる。図 4 9 では、4 色のインク（インクカートリッジ 3 1）を適用した場合におけるノズル 4 3 4 の配置の例を示すが、この場合、複数のヘッドユニット 1 0 0 H を例えば主走査方向に重ねて配置し、それらの前面に 1 枚のノズルプレート 4 3 3 を接合した構成とすることができる。

ノズルプレート 4 3 3 上におけるノズル 4 3 4 の配置パターンは、特に限定されないが、図 4 9 に示すように、隣り合うノズル列において、ノズル 4 3 4 が半ピッチずれたように配置することができる。

次に、ヘッドユニット 1 0 0 H の作用（作動原理）について説明する。

ヘッドドライバ 3 3 から駆動信号（パルス信号）が出力されて発熱体 4 5 0 に通電されると、発熱体 4 5 0 は、瞬時に 3 0 0℃以上の温度に発熱する。これにより、保護膜 4 5 1 上に膜沸騰による気泡（後述する不吐出の原因となるキャビティ内

に混入、発生する気泡とは異なる) 480が発生し、該気泡480は瞬時に膨張する。これにより、キャビティ432内に満たされたインク(液状材料)の液圧が増大し、インクの一部がノズル434から液滴として吐出される。

インクの液滴が吐出された直後、気泡480は急激に収縮し、元の状態に戻る。

- 5 このときのキャビティ432内の圧力変化により振動板461が弾性変形して、次の駆動信号が入力され再びインク滴が吐出されるまでの間、減衰振動(残留振動)を生じる。

- 振動板461が減衰振動を生じると、それに応じて、振動板461と、これと対向するセグメント電極462との間の静電容量が変化する。この静電容量の変化は、共通電極470と外部セグメント電極471との電圧差の変化として現れるが、  
10 これを読み取ることにより、インク滴の不吐出またはその原因を検出、特定することができる。すなわち、ノズル434からインク滴が正常に吐出されたときの共通電極470と外部セグメント電極471との電圧差の変化(静電容量の変化)の様子(パターン)と比較することにより、インク滴が正常に吐出されたか否かを判定  
15 することができ、また、インク滴の不吐出の原因毎の様子(パターン)とそれぞれ比較し、特定することにより、インク滴の不吐出の原因を判定することができる。

- インク滴の吐出によりキャビティ432内で減少した液量は、インク取り入れ口441から新たなインクがキャビティ432内に供給されて補給される。このインクは、インクカートリッジ31からインク供給チューブ311内を通過して供給される。  
20

- 以上のように、本発明の液滴吐出装置及び液滴吐出ヘッドの吐出異常検出・判定方法は、キャビティ、振動板、アクチュエータ及びノズルを備える複数の液滴吐出ヘッドと、これらのアクチュエータを駆動する駆動回路と、印字データなどに基づいて液滴吐出ヘッドのノズルを選択する吐出選択手段と、振動板の残留振動から液  
25 滴の吐出異常を検出する1又は複数の吐出異常検出手段と、駆動回路と吐出異常検出手段とを切り替える1又は複数の切替手段とを備え、フラッシング動作や印字動作における液滴吐出動作後の振動板の残留振動を検出して、それに基づいて、吐出

異常を検出・判定することとした。

したがって、本発明の液滴吐出装置及び液滴吐出ヘッドの吐出異常検出・判定方法によって、他の検出装置を液滴吐出ヘッドに設けることなく、多ノズルの液滴吐出ヘッドのそれぞれのノズルについて吐出異常を検出・判定することができるので、液滴吐出ヘッドのサイズを大きくしなくてもよいとともに、吐出異常を検出可能な液滴吐出装置の製造コストの増加を防止することができる。

以上、本発明の液滴吐出装置及び液滴吐出ヘッドの吐出異常検出・判定方法を図示の各実施形態に基づいて説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、液滴吐出ヘッドあるいは液滴吐出装置を構成する各部は、同様の機能を発揮し得る任意の構成のものと置換することができる。また、本発明の液滴吐出ヘッドあるいは液滴吐出装置に、他の任意の構成物が付加されていてもよい。

なお、本発明の液滴吐出装置の液滴吐出ヘッド（上述の実施形態では、インクジェットヘッド100）から吐出する吐出対象液（液滴）としては、特に限定されず、例えば以下のような各種の材料を含む液体（サスペンション、エマルション等の分散液を含む）とすることができる。すなわち、カラーフィルタのフィルタ材料を含むインク、有機EL（Electro Luminescence）装置におけるEL発光層を形成するための発光材料、電子放出装置における電極上に蛍光体を形成するための蛍光材料、PDP（Plasma Display Panel）装置における蛍光体を形成するための蛍光材料、電気泳動表示装置における泳動体を形成する泳動体材料、基板Wの表面にバンクを形成するためのバンク材料、各種コーティング材料、電極を形成するための液状電極材料、2枚の基板間に微小なセルギャップを構成するためのスペーサを構成する粒子材料、金属配線を形成するための液状金属材料、マイクロレンズを形成するためのレンズ材料、レジスト材料、光拡散体を形成するための光拡散材料などである。

また、本発明では、液滴を吐出する対象となる液滴受容物は、記録用紙のような紙に限らず、フィルム、織布、不織布等の他のメディアや、ガラス基板、シリコン基板等の各種基板のようなワークであってもよい。



#### 産業上の利用可能性

- 以上説明したように、本発明によれば、複数のノズルを有する液滴吐出ヘッドのそれぞれのノズルの吐出異常を検出・判定することができるとともに、そのような
- 5 液滴吐出装置の回路構成をスケールダウンでき、その製造コストの増加を防止することができる。

## 請求の範囲

1. 振動板と、前記振動板を変位させるアクチュエータと、内部に液体が充填され、前記振動板の変位により、該内部の圧力が増減されるキャビティと、前記キャビティに連通し、前記キャビティ内の圧力の増減により前記液体を液滴として吐出するノズルとを有する複数の液滴吐出ヘッドと、  
前記アクチュエータを駆動する駆動回路と、  
前記複数の液滴吐出ヘッドのうちいずれの液滴吐出ヘッドのノズルから液滴を吐出するかを選択する吐出選択手段と、
- 10 前記振動板の残留振動を検出し、該検出された前記振動板の残留振動の振動パターンに基づいて、液滴の吐出異常を検出する吐出異常検出手段と、  
前記アクチュエータの駆動による液滴の吐出動作後、前記アクチュエータとの接続を前記駆動回路から前記吐出異常検出手段に切り替える切替手段と、  
を備えることを特徴とする液滴吐出装置。
- 15
2. 前記複数の液滴吐出ヘッドに対して、順次、1つずつ前記液滴の吐出異常の検出を行なう請求の範囲第1項に記載の液滴吐出装置。
3. 振動板と、前記振動板を変位させるアクチュエータと、内部に液体が充填され、前記振動板の変位により、該内部の圧力が増減されるキャビティと、前記キャビティに連通し、前記キャビティ内の圧力の増減により前記液体を液滴として吐出するノズルとを有する複数の液滴吐出ヘッドと、  
前記アクチュエータを駆動する駆動回路と、  
前記複数の液滴吐出ヘッドのうちいずれの液滴吐出ヘッドのノズルから液滴を吐出するかを選択する吐出選択手段と、
- 25 前記吐出選択手段によって選択された前記液滴吐出ヘッドに対応して、前記振動板の残留振動を検出し、該検出された前記振動板の残留振動の振動パターンに基づ

いて、液滴の吐出異常を検出する複数の吐出異常検出手段と、

前記アクチュエータの駆動による液滴の吐出動作後、前記アクチュエータとの接続を前記駆動回路から前記複数の吐出異常検出手段のうち前記アクチュエータに対応する前記吐出異常検出手段にそれぞれ切り替える複数の切替手段と、

5      を備えることを特徴とする液滴吐出装置。

4. 前記複数の液滴吐出ヘッドに対して、略同時に前記液滴の吐出異常の検出を行なう請求の範囲第3項に記載の液滴吐出装置。

10    5. 前記切替手段は、所定の切替信号の入力に基づいて、切替動作を実行する請求の範囲第1項に記載の液滴吐出装置。

15    6. 前記吐出選択手段によって選択された液滴吐出ヘッドに対応する前記切替手段を切替動作するよう制御する切替制御手段を更に備える請求の範囲第5項に記載の液滴吐出装置。

7. 前記切替制御手段は、前記複数の切替手段に対応して、前記吐出選択手段とそれぞれの切替手段との間に配置される複数の論理積回路から構成される請求の範囲第6項に記載の液滴吐出装置。

20

8. 振動板と、前記振動板を変位させるアクチュエータと、内部に液体が充填され、前記振動板の変位により、該内部の圧力が増減されるキャビティと、前記キャビティに連通し、前記キャビティ内の圧力の増減により前記液体を液滴として吐出するノズルとを有する複数の液滴吐出ヘッドと、

25      前記アクチュエータを駆動する駆動回路と、

前記複数の液滴吐出ヘッドのうちいずれの液滴吐出ヘッドのノズルから液滴を吐出するかを選択する吐出選択手段と、

前記振動板の残留振動を検出し、該検出された前記振動板の残留振動の振動パターンに基づいて、液滴の吐出異常を検出する吐出異常検出手段と、

前記吐出異常検出手段が前記複数のノズルのいずれのノズルに対して液滴の吐出異常を検出するかを決定する検出決定手段と、

- 5 前記検出決定手段によって決定された前記液滴吐出ヘッドのノズルに対応する前記アクチュエータの駆動による液滴の吐出動作後、前記アクチュエータとの接続を前記駆動回路から前記吐出異常検出手段に切り替える、前記液滴吐出ヘッドにそれぞれ対応する複数の切替手段と、
- を備えることを特徴とする液滴吐出装置。

10

9. 前記検出決定手段は、前記複数の液滴吐出ヘッドのいずれに対応する前記切替手段を切替動作するかを選択する切替選択手段と、前記切替選択手段及び前記吐出選択手段によって選択された液滴吐出ヘッドに対応する前記切替手段を切替動作するよう制御する切替制御手段とを含み、前記検出決定手段によって決定された液滴吐出ヘッドに対応する前記切替手段が前記切替制御手段によって切替動作されたとき、前記吐出異常検出手段が対応する液滴吐出ヘッドの吐出異常を検出する請求の範囲第8項に記載の液滴吐出装置。

10. 前記検出決定手段は、前記複数の液滴吐出ヘッドから、所定の順序で順次液滴吐出ヘッドを選択する選択動作を繰り返し巡回し、前記液滴の吐出動作の動作タイミングと、前記液滴吐出ヘッドの選択タイミングとが一致した時点で、該タイミングの一致した前記液滴吐出ヘッドを前記液滴の吐出異常を検出する液滴吐出ヘッドとして決定する請求の範囲第8項に記載の液滴吐出装置。

- 25 11. 前記吐出異常検出手段は、検出対象となる前記ノズルのフラッシング処理における液滴吐出動作時あるいは印字動作における液滴吐出動作時のいずれかのタイミングで液滴の吐出異常を検出する請求の範囲第1項に記載の液滴吐出装置。

1 2. 前記吐出異常検出手段は、前記振動板の残留振動の振動パターンに基づいて、前記液滴吐出ヘッドの液滴の吐出異常の有無を判定する判定手段を含む請求の範囲第 1 項に記載の液滴吐出装置。

5

1 3. 前記判定手段は、前記液滴吐出ヘッドの液滴の吐出異常があると判定した際、その吐出異常の原因を判定する請求の範囲第 1 2 項に記載の液滴吐出装置。

1 4. 前記振動板の残留振動の振動パターンは、前記残留振動の周期を含む請求  
10 の範囲第 1 3 項に記載の液滴吐出装置。

1 5. 前記判定手段は、前記振動板の残留振動の周期が所定の範囲の周期よりも短いときには、前記キャビティ内に気泡が混入したものと判定し、前記振動板の残留振動の周期が所定の閾値よりも長いときには、前記ノズル付近の液体が乾燥により増粘したものと判定し、前記振動板の残留振動の周期が前記所定の範囲の周期よりも長く、前記所定の閾値よりも短いときには、前記ノズルの出口付近に紙粉が付着したものと判定する請求の範囲第 1 3 項に記載の液滴吐出装置。  
15

1 6. 前記判定手段によって判定された判定結果を記憶する記憶手段を更に備える請求の範囲第 1 2 項に記載の液滴吐出装置。  
20

1 7. 前記吐出異常検出手段は、発振回路を備え、前記振動板の残留振動によって変化する前記アクチュエータの静電容量成分に基づいて、該発振回路が発振する請求の範囲第 1 項に記載の液滴吐出装置。  
25

1 8. 前記発振回路は、前記アクチュエータの静電容量成分と、前記アクチュエータに接続される抵抗素子の抵抗成分とによる C R 発振回路を構成する請求の範囲

第 17 項に記載の液滴吐出装置。

19. 前記吐出異常検出手段は、前記発振回路の出力信号における発振周波数の変化に基づいて生成される所定の信号群により、前記振動板の残留振動の電圧波形を生成する F/V 変換回路を含む請求の範囲第 17 項に記載の液滴吐出装置。

20. 前記吐出異常検出手段は、前記 F/V 変換回路によって生成された前記振動板の残留振動の電圧波形を所定の波形に整形する波形整形回路を含む請求の範囲第 19 項に記載の液滴吐出装置。

10

21. 前記波形整形回路は、前記 F/V 変換回路によって生成された前記振動板の残留振動の電圧波形から直流成分を除去する DC 成分除去手段と、この DC 成分除去手段によって直流成分を除去された電圧波形と所定の電圧値とを比較する比較器とを含み、該比較器は、該電圧比較に基づいて、矩形波を生成して出力する請求の範囲第 20 項に記載の液滴吐出装置。

15

22. 前記吐出異常検出手段は、前記波形整形回路によって生成された前記矩形波から前記振動板の残留振動の周期を計測する計測手段を含む請求の範囲第 21 項に記載の液滴吐出装置。

20

23. 前記計測手段は、カウンタを有し、該カウンタが基準信号のパルスをカウントすることによって、前記矩形波の立ち上がりエッジ間あるいは立ち上がりエッジと立ち下がりエッジの間の時間を計測する請求の範囲第 22 項に記載の液滴吐出装置。

25

24. 前記アクチュエータは、静電式アクチュエータである請求の範囲第 1 項に記載の液滴吐出装置。

25. 前記アクチュエータは、圧電素子のピエゾ効果を利用した圧電アクチュエータである請求の範囲第1項に記載の液滴吐出装置。

- 5 26. 前記液滴吐出装置は、インクジェットプリンタを含む請求の範囲第1項に記載の液滴吐出装置。

27. アクチュエータと、前記アクチュエータの駆動により変位する振動板とを有し、前記アクチュエータの駆動により、キャビティ内の液体をノズルから液滴として吐出する複数の液滴吐出ヘッドと、

前記アクチュエータを駆動する駆動回路と、

前記振動板の残留振動を検出し、該検出された前記振動板の残留振動の振動パターンに基づいて、液滴の吐出異常を検出する吐出異常検出手段と、

- 15 前記アクチュエータを駆動してノズルから前記液滴を予備的に吐出するフラッシング処理を実行するフラッシング手段を有し、前記液滴吐出ヘッドに対し、前記吐出異常の原因を解消させる回復処理を行う回復手段と、

を備える液滴吐出装置であって、

n（但し、nは自然数）個の前記液滴吐出ヘッドを1ブロックとし、m（但し、mは自然数）個の前記ブロックを有し、

- 20 前記吐出異常検出手段を前記ブロックと同数有し、それぞれの吐出異常検出手段が所定の前記ブロックに割り当てられており、

前記各液滴吐出ヘッドのノズルの状態を良好に維持するために、前記フラッシング手段を作動して、前記各液滴吐出ヘッドのノズルから液滴が着弾してもよい所定の領域へ液滴をn回吐出し、その際、前記各吐出異常検出手段が、それぞれ、割り

- 25 当てられた前記ブロックにおいて、前記n個の液滴吐出ヘッドに対し、順次、前記吐出異常の検出を行うことを特徴とする液滴吐出装置。

28. 前記アクチュエータの駆動による液滴の吐出動作後、前記アクチュエータとの接続を前記駆動回路から前記吐出異常検出手段に切り替える切替手段を有する請求の範囲第27項に記載の液滴吐出装置。

5 29. 前記振動板の残留振動の振動パターンに基づいて、前記液滴吐出ヘッドの液滴の吐出異常の有無を判定する判定手段を有する請求の範囲第27項に記載の液滴吐出装置。

30. 前記判定手段は、前記液滴吐出ヘッドの液滴の吐出異常があると判定した際、その吐出異常の原因を判定する請求の範囲第29項に記載の液滴吐出装置。

31. 前記判定手段は、前記振動板の残留振動の周期が所定の範囲の周期よりも短いときには、前記キャビティ内に気泡が混入したものと判定し、前記振動板の残留振動の周期が所定の閾値よりも長いときには、前記ノズル付近の液体が乾燥により増粘したものと判定し、前記振動板の残留振動の周期が前記所定の範囲の周期よりも長く、前記所定の閾値よりも短いときには、前記ノズルの出口付近に紙粉が付着したものと判定する請求の範囲第30項に記載の液滴吐出装置。

32. 前記液滴をn回吐出して行う吐出異常の検出を定期的に行う請求の範囲第27項に記載の液滴吐出装置。

33. 前記液滴をn回吐出して行う吐出異常の検出を前記液滴吐出ヘッドが往復する毎に行う請求の範囲第27項に記載の液滴吐出装置。

34. 前記液滴をn回吐出して行う吐出異常の検出を当該液滴吐出装置の電源を投入した直後に行う請求の範囲第27項に記載の液滴吐出装置。



3 5. 前記液滴を n 回吐出して行う吐出異常の検出を前記回復手段による回復処理の直後に行う請求の範囲第 2 7 項に記載の液滴吐出装置。

5 3 6. 振動板と、アクチュエータと、ノズルとを有する複数の液滴吐出ヘッドのうちいずれの液滴吐出ヘッドのノズルから液滴を吐出するかを選択し、選択された液滴吐出ヘッドのアクチュエータを駆動して前記振動板を振動することにより、前記ノズルから液滴を吐出する動作を行った後、前記アクチュエータを駆動する駆動回路から検出回路に切り替わり、この検出回路において、前記振動板の残留振動を検出し、検出された前記振動板の残留振動の振動パターンに基づいて、液滴の吐出  
10 異常を検出することを特徴とする液滴吐出ヘッドの吐出異常検出・判定方法。

3 7. 前記複数の液滴吐出ヘッドにそれぞれ対応して前記検出回路が複数備えられ、液滴の吐出動作後、前記アクチュエータの接続を前記駆動回路から該アクチュエータに対応する検出回路にそれぞれ切り替える請求の範囲第 3 6 項に記載の液滴  
15 吐出ヘッドの吐出異常検出・判定方法。

3 8. 前記選択された液滴吐出ヘッドに対してのみ前記駆動回路から前記検出回路への切替動作を実行する請求の範囲第 3 7 項に記載の液滴吐出ヘッドの吐出異常検出・判定方法。

20

3 9. 前記複数の液滴吐出ヘッドの任意の液滴吐出ヘッドを指定し、その指定された任意の液滴吐出ヘッドに対して前記切替動作を実行する請求の範囲第 3 7 項に記載の液滴吐出ヘッドの吐出異常検出・判定方法。

25 4 0. 検出対象となる前記ノズルのフラッシング処理における液滴吐出動作時あるいは印字動作における液滴吐出動作時のいずれかのタイミングで液滴の吐出異常を検出する請求の範囲第 3 6 項に記載の液滴吐出ヘッドの吐出異常検出・判定方法

。

4 1. 前記振動板の残留振動の振動パターンに基づいて、前記液滴吐出ヘッドの液滴の吐出異常の有無を判定するとともに、前記液滴吐出ヘッドの液滴の吐出異常  
5 があると判定された際、その吐出異常の原因を判定する請求の範囲第 3 6 項に記載の液滴吐出ヘッドの吐出異常検出・判定方法。

4 2. 前記残留振動の振動パターンは残留振動の周期であり、この検出された残留振動の周期が所定の範囲の周期よりも短いときには、前記吐出異常の原因として  
10 前記液滴吐出ヘッドのキャビティ内に気泡が混入したものと判定し、この検出された残留振動の周期が所定の閾値よりも長いときには、前記吐出異常の原因として前記液滴吐出ヘッドのノズル付近の液体が乾燥により増粘したものと判定し、この検出された残留振動の周期が前記所定の範囲の周期よりも長く、前記所定の閾値よりも短いときには、前記吐出異常の原因として前記液滴吐出ヘッドのノズルの出口付  
15 近に紙粉が付着したものと判定する請求の範囲第 4 1 項に記載の液滴吐出ヘッドの吐出異常検出・判定方法。

4 3. 前記判定において判定された判定結果を記憶部に記憶する請求の範囲第 4 1 項に記載の液滴吐出ヘッドの吐出異常検出・判定方法。

## 要約書

- 本発明の液滴吐出装置は、振動板と、振動板を変位させるアクチュエータと、振動板の変位により増減するキャビティ内の液体を液滴として吐出するノズルとを有
- 5 する複数のインクジェットヘッド 100 と、アクチュエータを駆動する駆動回路と、複数のインクジェットヘッド 100 のいずれのノズルから液滴を吐出するかを選択する吐出選択手段 182 と、振動板の残留振動を検出し、検出された残留振動の振動パターンに基づいて、液滴の吐出異常を検出する吐出異常検出手段 10 と、アクチュエータの駆動による液滴の吐出動作後、アクチュエータとの接続を駆動回路
- 10 から吐出異常検出手段 10 に切り替える切替手段 23 とを備える。